

Utilisation d'espèces halieutiques exploitées comme indicateurs de la contamination chimique en zone littorale

REMERCIEMENTS

Cette étude sur la contamination des espèces halieutiques a été réalisée dans le cadre d'un partenariat entre l'Ifremer et l'Afssset¹. Je remercie tout particulièrement Arnaud LAGRIFFOUL correspondant à l'Afssset pour cette étude, Jean Charles LEBLANC (Afssa¹, Maisons Alfort), et André CARPENTIER (Ifremer, Centre Boulogne sur Mer) pour leur participation au Comité de suivi de l'étude, leurs encouragements et leurs conseils prodigués tout au long de ce travail, pour le temps consacré à la relecture du rapport final et leurs diverses suggestions pour son amélioration. Je remercie tous mes collègues d'Ifremer qui ont contribué à la réalisation des prélèvements, en particulier Emilie ROSTIAUX, Yves VERIN, Didier LEROY (Ifremer de Boulogne/Mer) ; les participants à la campagne ICON de septembre 2008 en Baie de Seine, menée par le Laboratoire Ecotoxicologie d'Ifremer Nantes ; Pierre RAGUENES (Ifremer Lorient), Anne BOIRON-LEROY (Ifremer La Rochelle). J'adresse mes remerciements à Romain DAVY et Thomas LAISNE techniciens au Département Biogéochimie et Ecotoxicologie (Ifremer Brest) pour leur aide à la préparation des prélèvements et à la gestion des échantillons ainsi qu'à Sylvette CROCHET, Emmanuelle ROZUEL et Jean François CHIFFOLEAU (Ifremer Nantes) pour les analyses de mercure. Cette étude a également bénéficié de nombreux échanges avec mes collègues du Laberca-Oniris de Nantes.

¹ L'Afssa, Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments et l'Afssset (Agence Française de Sécurité Sanitaire de l'Environnement et du Travail) ont fusionné le 1^{er} juillet 2010 pour former l'Anses, Agence nationale de la sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail.

SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	10
1. ETAT DES CONNAISSANCES	12
1.1. Caractéristiques générales des contaminants chimiques.....	12
1.2. Les contaminants suivis	13
1.3. Les programmes de surveillance de la contamination chimique et les critères de sélection d'une espèce indicatrice	14
1.4. Les contaminants dans les poissons et la sécurité sanitaire	17
2. RAPPELS DES OBJECTIFS ET CADRE DE L'ETUDE	18
2.1. Choix des zones.....	18
2.2. Choix des espèces.....	18
2.3. Sélection des contaminants	19
3. MATERIEL ET METHODE	21
3.1. Les prélèvements.....	21
3.2. Les analyses des contaminants chimiques	21
4. RESULTATS ET DISCUSSION	24
4.1. Les prélèvements.....	24
4.2. Les contaminants dans les poissons	26
4.3. Les PCB indicateurs dans les poissons	28
4.4. Les dioxines et les PCB-DL	32
4.5. Empreintes et niveaux de présence des PBDE.....	37
4.6. Niveaux de présence des PFC, PFOS et PFOA	39
4.7. Le mercure total	40
5. DISCUSSION GENERALE ET CONCLUSION.....	42
6. REFERENCES.....	46
ANNEXES	50
ANNEXE I : Les contaminants suivis dans l'étude	50
Annexe I A : Les PCB (Polychlorobiphényles)	51
Annexe I B : Les dioxines (PCDD-PCDF) et les PCB apparentés aux dioxines (PCB-DL; dioxin-like PCB).	52
Annexe I C : Les PBDE (polybromo-diphényles éthers).....	56
Annexe I D : Les PFC composés polyfluorés (Polyfluorinated compounds, PFCs).....	58
ANNEXE II : Tableau des prélèvements	60
ANNEXE III : Résultats des mesures de contaminants dans la chair de poissons	68
Annexe III A : PCB indicateurs en ng.g^{-1} ($\mu\text{g.kg}^{-1}$) de chair humide	68
Annexe III B : PCDD (polychloro dibenzo-dioxines) en pg g^{-1} (ng.kg^{-1}) de chair humide.	71
Annexe III C : PCDF (polychloro dibenzofuranes) en pg g^{-1} (ng.kg^{-1}) de chair humide.....	74
Annexe III D : PCB de type dioxine (PCB-DL) en pg^{-1}g (ng.kg^{-1}) de chair humide.....	77
Annexe III E : TEQ pour les dioxines (PCDD et PCDF), les PCB de type dioxine et TEQ total pg g^{-1} (ng.kg^{-1}) de chair humide	80
Annexe III F : PBDE en ng g^{-1} ($\mu\text{g.kg}^{-1}$) de chair humide.....	83
Annexe III G : Composés polyfluorés (PFC) en ng g^{-1} ($\mu\text{g.kg}^{-1}$) de chair humide.....	86
Annexe III H : Mercure total en $\mu\text{g g}^{-1}$ (mg.kg^{-1}) de chair humide.....	89

SIGLES ET ABBREVIATIONS

2378 TCDD : 2378 tétra chloro para dibenzo dioxine

ACP : analyse en composantes principales

ASE : extraction par solvant accélérée (*Accelerated solvent extraction*)

DCE : Directive Cadre sur l'Eau

DCSMM : Directive Cadre directive cadre stratégie pour le milieu marin

DGAL : Direction Générale de l'Alimentation

DJA : Dose Journalière admissible (*PTDI : Provisional Tolerable Daily Intake*)

DL-PCB : (*dioxine-like PCBs*), PCB de type dioxine

FAO : Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (*Food and Agriculture organisation*)

GESAMP : Groupe d'experts sur les aspects scientifiques de la pollution marine (*Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection*)

JECFA : (*Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives*) Comité mixte FAO-OMS d'experts des additifs alimentaires

MAAP : Ministère de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Pêche

MEEDDM : Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement Durable et de la Mer

M.G. Matière grasse, (matière extractible par solvant); % M.G.: teneur en M.G. en pourcentage du poids

mg kg⁻¹ : milligramme par kilogramme (10⁻⁶)

µg.kg⁻¹ : microgramme par kilogramme (10⁻⁹)

ng. kg⁻¹ : nanogramme par kilogramme (10⁻¹²)

OMS : Organisation Mondiale de la Santé (*WHO*)°

OSPAR : **OSPAR** : (Oslo and PARis convention) conventions d'Oslo et de Paris relatives à la préservation de l'Atlantique Nord-Est et de ses ressources <http://www.ospar.org/>

p.h. : poids de matière humide

p.s. : poids de matière sèche

PBDE : Poly bromo diphényle ethers

PCB : Polychloro biphényles

PCDD : Polychloro dibenzo dioxines

PCDF : Polychloro dibenzo furanes

PFC : composés perfluorés (perfluorinated compounds)

PFOA : acide octanoïque perfluorée (perfluorinated octanoïc acid)

PFOS : sulfonate de l'acide octanoïque perfluorée (perfluoro octane sulfonate)

RNO : Réseau national d'observation de la qualité du milieu marin littoral

ROCCh : Réseau d'observation de la contamination chimique du milieu marin

TEF : Facteur de toxicité équivalente – (Toxicity Equivalent Factor)

TEQ : Toxic Equivalent Quantity, Quantité toxique équivalente en dioxine (2378 TCCD)

UNEP : United Nations Environment Programme (Programme des Nations Unies sur l'Environnement)

VTR : Valeurs toxique de référence

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Bilan de l'échantillonnage.	21
Tableau 2 : Contaminants dans la chair des poissons (en ng ou $\mu\text{g g}^{-1}$ chair humide pour tous les contaminants, en pourcentage du poids sec pour la matière extractible (MG%).	27
Tableau 3 : Comparaison entre zones des niveaux de la contamination chimique mesurée dans la chair de poisson.	43

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Contamination en PCB le long des côtes de France (données RNO, 2007).....	15
Figure 2 : Situation des zones de prélèvements	24
Figure 3 : Caractéristiques bio métriques (taille et poids) des échantillons.	25
Figure 4 : Résultats de l'ACP réalisée sur PCB indicateurs dans les échantillons de poisson.	28
Figure 5 : Comparaison des empreintes des PCB indicateurs dans la chair de maquereaux et de rougets-barbet de roche selon leur provenance, Baie de Seine ou panache du Rhône.....	29
Figure 6 : Corrélations entre les concentrations du PCB153 dans la chair de poisson et la somme des concentrations des 7 PCB indicateurs. (126 couples de mesures).	29
Figure 7 : Comparaison de la contamination par les PCB (PCB153) entre zones en distinguant les espèces. (PCB153 en ng.g^{-1} chair humide).	30
Figure 8 : Comparaison de la contamination par les PCB (Somme des 7PCB indicateurs) entre zones. (Somme des PCB indicateurs en ng.g^{-1} chair humide).	30
Figure 9 : Variation relative de la contamination de PCB faiblement (PCB101/PCB153) et fortement chlorés (PCB180/PCB153)..	31
Figure 10 : Comparaison entre zones de la contamination par les PCDD-PCDF (TEQ dioxines) et par les PCB apparentés aux dioxines.	32
Figure 11 : Comparaison de la contamination en TEQ selon l'échelle des TEF utilisée. (van den Berg et al. 1998, 2006).	33
Figure 12 : Résultats de l'ACP réalisée sur les PCB-DL et l'ensemble des échantillons de poissons.	33
Figure 13 : Empreinte des PCB DL dans les poissons sur la base des concentrations. Les exemples donnés, comparés à l'empreinte moyenne calculée sur la totalité des mesures représentent des empreintes parmi les plus différentes.	34
Figure 14 : Empreinte des PCB DL dans les poissons sur la base des contributions au TEQ.....	34

Figure 15 : Corrélations entre PCB indicateurs(PCB153) et PCB DL (PCB118) ou TEQ.	35
Figure 16 : ACP réalisée dans le cas des dioxines (8 PCDD et 10 PCDF) sur l'ensemble des échantillons de poissons.	36
Figure 17 : Empreintes des dioxines dans les poissons sur la base des concentrations.	36
Figure 18 : Empreintes des dioxines dans les poissons sur la base des contributions au TEQ.	37
Figure 19 : Variation entre zones de la contribution des PCDF au TEQ total.	37
Figure 20 : ACP réalisée dans le cas des PBDE (6 congénères) sur l'ensemble des échantillons de poissons.	38
Figure 21 : Empreintes des PBDE dans les poissons (A) et importance relative du PBDE47 (B).....	38
Figure 22 : Comparaison de la contamination en PBDE (PBDE47 et Somme des PBDE).....	39
Figure 23 : Comparaison entre zones de la contamination en PFOS des maquereaux.	40
Figure 24 : Contamination en mercure total par zones et par espèces.	41
Figure 25 : Comparaison entre les mesures de PCB dans le maquereau les données de la surveillance de type RNO (ROCCh).	44

Liste des annexes

ANNEXES I Les contaminants suivis dans l'étude

Annexe I A Les PCB (Polychlorobiphényles)

Annexe I B - Les dioxines (PCDD-PCDF) et les PCB apparentés aux dioxines (PCB-DL).

Annexe I C - Les PBDE (polybromo-diphényles éthers)

Annexe I D - Les PFC composés polyfluorés (Polyfluorinated compounds, PFCs)

ANNEXE II Tableaux des prélèvements de poissons (8/8)

ANNEXES III Résultats des mesures de contaminants dans la chair de poissons prélevés en différentes zones des côtes de France

Annexe III A : PCB indicateurs en ng.g^{-1} ($\mu\text{g.kg}^{-1}$) de chair humide

Annexe III B : PCDD (poly chloro dibenzo-p- dioxines) en pg g^{-1} (ng.kg^{-1}) de chair humide

Annexe III C : PCDF (poly chloro dibenzofuranes) en pg g^{-1} (ng.kg^{-1}) de chair humide

Annexe III D : PCB de type dioxine en pg.g^{-1} (ng.kg^{-1}) de chair humide

Annexe III E : TEQ pour les dioxines (PCDD et PCDF) et les PCB de type dioxine et TEQ total en pg g^{-1} (ng.kg^{-1}) de chair humide

Annexe III F : PBDE en ng g^{-1} ($\mu\text{g.kg}^{-1}$) de chair humide

Annexe III G : Composés polyfluorés (PFC) en ng g^{-1} ($\mu\text{g.kg}^{-1}$) de chair humide

Annexe III H : Mercure total en $\mu\text{g g}^{-1}$ (mg.kg^{-1}) de chair humide

RESUME

La notion d'espèce indicatrice repose sur le postulat que la contamination mesurée dans les organismes reflète celle de l'environnement aquatique ambiant. Cette étude a été initiée dans le but de réactualiser la connaissance des niveaux de présence de divers contaminants chimiques dans un nombre limité d'espèces de poisson exploitées représentatives de différentes zones du littoral métropolitain. L'objectif est d'évaluer à partir de ces mesures la possibilité de différencier les zones côtières selon leur niveau de contamination. Les divers groupes de contaminants chimiques, comme les PCB (PCB indicateurs et PCB de type dioxine ou PCB-DL) les dioxines (PCDD et PCDF), les PBDE, les PFC et le mercure total ont été recherchés dans quatre espèces de poisson, bar, maquereau, rouget-barbet et sardine provenant de huit zones du littoral français, quatre en Manche, deux dans le Golfe de Gascogne et une en Méditerranée. Au total 126 prélèvements ont été réalisés.

Les teneurs en contaminants mesurés dans la chair de poissons présentent une large variabilité, tant entre espèces qu'entre zones. Pour les quelques grands groupes de substances étudiées les ordres de grandeurs sont :

- de 0,8 à 284 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ (poids humide) pour la somme des 7 PCB,
- de 0,01 à 3,9 ng kg^{-1} (p.h.) pour les dioxines exprimées en quantité toxique équivalente en dioxine (TEQ_(PCDD et PCDF)),
- de 0,16 à 24,4 ng kg^{-1} (p.h.) pour la quantité toxique équivalente totale (TEQ totale; somme des TEQ_(PCDD et PCDF) et TEQ_{PCB-DL}),
- de 0,04 à 12,8 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ (p.h.) pour la somme des PBDE mesurés (PBDE28, 47, 99, 100, 153, 154, 183);
- de 0,5 à 9,8 ng kg^{-1} (p.h.) pour le PFOS, seul composé du groupe des polyfluorés qui a pu être quantifié dans tous les prélèvements.

Ces résultats confirment des constats bien connus sur le niveau élevé de la contamination chimique de la Baie de Seine par les PCB, et à un degré moindre par les dioxines et les substances de synthèse. Les zones plus au large en Manche Est apparaissent relativement épargnées par la contamination chimique. Les zones côtières du Golfe de Gascogne et de la zone Nord Bretagne sont très peu contaminées. La contamination de la zone au large du Rhône est intermédiaire entre d'une part celles de la Manche Est et d'autre part celles de la Manche ouest et côte Atlantique. Ce constat établi par des mesures dans les poissons est en accord avec le suivi des bivalves du RNO.

Selon ces mesures de contaminants chimiques l'utilisation du poisson comme espèce sentinelle de la contamination des eaux côtières apparaît possible. Une telle approche doit toutefois être adaptée pour minimiser les effets de facteurs biologiques agissant sur la bioaccumulation de ces substances, et donc sur la variabilité des mesures. L'étape suivante de la Surveillance de la contamination chimique marine, entreprise dans le cadre de la Directive Européenne sur la Stratégie Marine prolonge vers le large cet effort sur le contrôle des apports de contaminants et le maintien de la qualité des eaux côtières ainsi que celles des ressources exploitées. Dans ce contexte, l'utilisation du poisson comme espèce sentinelle devra s'appuyer sur une stratégie d'échantillonnage optimisée, notamment en terme de fréquence d'échantillonnage, d'espèces et de matrices suivies.

MOTS-CLES : espèces indicatrices, poisson, environnement marin, POP, PCB, dioxines, PBDE, PFC

ABSTRACT

The concept of biological indicator relies upon the assumption that the contamination measured in biological tissues reflects that of the aquatic environment. This study aims to update the knowledge on contamination levels of various chemical contaminants in a few exploited fish species from various areas along the French coastline. The objective of the work is to evaluate the possibility of differentiating the various coastal zones according to the contamination levels measured in fish living there. Several groups of contaminants were followed: PCBs (marker PCBs and dioxin-like PCBs), dioxins (PCCDs and PCDFs), PBDEs, PFCs and total mercury). These contaminants were mainly measured in four fish species: the sea bass (*Dicentrarchus labrax*), the mackerel (*Scomber scombrus*), the red mullet (*Mullus surmuletus*) and the sardine (*Sardina pilchardus*). These fishes were collected in eight different areas along the French coasts, four in the English Channel, two in the Bay of Biscay and last one in the Mediterranean Sea, off the Rhône delta. All together, 126 samples have been collected and analysed.

The contaminant concentrations in the fish muscle tissue are highly variable; both within species and areas. For the different groups of substances the orders of magnitude of the concentrations are:

- from 0.8 to 284 $\mu\text{g kg}^{-1}$ (wet weight) for the sum of the 7 marker PCBs,
- from 0.01 to 3.9 ng kg^{-1} (w.w.) for the PCCDs and PCDFs expressed in TEQ,
- from 0.16 to 24.4 ng kg^{-1} (w.w.) for the Total TEQ (sum of $\text{TEQ}_{\text{PCCDs+PCDFs}}$ and $\text{TEQ}_{\text{DL-PCBs}}$),
- from 0.04 to 12.8 $\mu\text{g kg}^{-1}$ (w.w.) for the sum of PBDEs (Sum PBDE28, 47, 99, 100, 153, 154 and 183),
- from 0.5 to 9.8 $\mu\text{g kg}^{-1}$ (w.w.) for PFOS, the only compounds in the group of PFCs found in all the samples.

These results confirm well-known observations of the chemical contamination in the Bay of Seine, by PCBs and at a lesser extent by dioxins and other man-made chemicals. Fish samples from the median part of the Eastern English Channel appear little contaminated. Samples from the coastal zones of Bay of Biscay and from Northern Brittany are very little contaminated. In fish from the Mediterranean Sea, off the Rhône delta, the contamination is between that observed in the samples from the Eastern Channel and in those from the Bay of Biscay. This information get by contaminant measurements in fish are in agreement with data on bivalves molluscs obtained within the marine pollution-monitoring programme (RNO).

This study shows that the use of fish as indicator species of the coastal marine environment is feasible. However this approach needs to be adapted in order to minimize the effects of biological processes acting on the bioaccumulation of chemical substances and consequently, on the variability of the analytical results. The next step in marine chemical pollution monitoring which is to be implemented within the Framework European Marine Strategy extends this effort towards the open sea and within the 200 nautical miles zone in order to prevent from to high contaminant exposure, to protect of the water quality and to maintain the safety of fish and seafood consumption. In that context the use of fish as sentinelle species should be based on an optimized sampling strategy, taking into account the frequency and period of sampling, the type of selected species, the size of the specimen, and any other aspects that could reduce the variability of data.

KEY-WORDS: biological indicators, fishes, marine environment, POPs, PCBs, dioxins, PBDEs, PFCs,

INTRODUCTION

La plupart des diverses activités humaines, agriculture, industrie, production d'énergie, transport, traitement des eaux usées, recyclage des déchets urbains et industriels, génèrent des nuisances chimiques de toutes sortes. Des substances chimiques de nature et de propriétés les plus diverses ont été décelées à l'état de traces dans tout notre environnement, y compris l'environnement marin. C'est tout l'océan dans son ensemble, à tous les niveaux de la planète, qui est atteint par cette contamination insidieuse et diffuse, susceptible de porter atteinte à la santé des écosystèmes ainsi qu'à la qualité des ressources vivantes exploitées et consommées.

Bien souvent, ce sont les mesures dans des organismes sauvages qui ont révélé l'ampleur et l'étendue de la contamination de l'environnement par des résidus de produits chimiques de synthèse. Ce constat est à l'origine, dans les années 60, d'une prise de conscience collective d'une dégradation de la qualité de l'environnement, des risques de cette contamination chimique pour la flore et la faune et finalement pour la santé. La nécessité de se prémunir de tels risques a donné lieu à la mise en place de réglementations sur la production, le transport et l'utilisation de produits chimiques. Dans ce cadre, les programmes de Surveillance de l'environnement font partie des outils pour évaluer les besoins et les résultats de ces politiques cela par le suivi continu de contaminants bien identifiés comme les POP (Polluants Organiques Persistants). Parallèlement, l'effort de recherche sur les contaminants chimiques a permis, au moyen de techniques analytiques de plus en plus sensibles et spécifiques, de mettre en évidence la présence dans l'environnement et les organismes de nouvelles substances potentiellement toxiques.

Pour l'environnement marin, le programme de surveillance ROCCh-RNO² conduit par Ifremer pour le compte du MEEDDM (Ministère de l'Ecologie de l'Energie et du Développement Durable et de la Mer), fait largement appel aux bivalves comme espèces indicatrices de la qualité du milieu marin littoral. Ces bivalves filtreurs, comme les moules ou les huîtres, accumulent les substances persistantes, indécélables dans l'eau par les outils de mesures conventionnels, tout en intégrant sur une large période de temps la variabilité de la contamination ambiante. Cette surveillance selon l'approche « mussel watch » produit une bonne information sur les niveaux de la contamination chimique littorale et de l'évolution de ces niveaux. Pour autant, parce qu'une telle surveillance est de fait limitée à la zone très côtière la plus exposée aux apports de contaminants d'origine terrestre, elle n'apporte aucune information sur la qualité des eaux côtières et ne permet pas de répondre aux besoins nouveaux apparus avec la mise en place progressive de la Directive Cadre Stratégie pour le milieu marin (DCSMM). Cette directive européenne engage les pays de l'Union à évaluer, à préserver ou à restaurer

² Mené par l'Ifremer, le Réseau d'observation de la contamination chimique du milieu marin (ROCCh) remplace le RNO (Réseau National d'observation de la qualité du milieu marin) depuis 2008. Le ROCCh répond à deux objectifs : - évaluer les niveaux et tendances de la contamination chimique du littoral - répondre aux obligations réglementaires françaises, communautaires ou internationales, en particulier celles liées à la Directive Cadre européenne sur l'Eau (DCE).

la qualité de leur environnement marin à l'horizon 2020. Cette directive promeut une approche écosystémique englobant aussi bien l'aspect écologique qu'économique. Du point de vue de la surveillance de la contamination chimique cela se traduit par une extension de la surveillance vers le large (zone des 200 milles) et la prise en compte de la qualité et de la salubrité des ressources exploitées dans cette zone.

Cette étude intitulée "*Utilisation d'espèces halieutiques exploitées comme indicateurs de la contamination chimique en zone littorale*" s'inscrit dans cette perspective. Elle devra réactualiser les informations sur quelques groupes de contaminants prioritaires dans quelques espèces d'intérêt halieutique. Il s'agira aussi d'évaluer une possible catégorisation très globale des diverses zones des eaux côtières en ayant recours à des espèces de poissons comme espèces indicatrices de la qualité environnementale. Cette préoccupation répond au souhait de mieux connaître et, *in fine*, de mieux suivre la qualité environnementale et celle des ressources exploitées pour la consommation humaine. En effet les données acquises contribueront aux bases de données sur la contamination d'espèces consommées. Ces informations sont nécessaires aux scientifiques (apport à la connaissance, validation de modèles) et sont très utiles aux experts en évaluation des risques (Anses Inéris...) et plus particulièrement dans le domaine de l'évaluation l'exposition du consommateur aux contaminants chimiques par la consommation de produits de la mer. En ce sens, cette étude apportera des compléments d'information aux programmes mis en œuvre par la DGAL sur le contrôle sanitaire des produits de la mer ainsi que des études plus spécifiques sur l'exposition du consommateur de poisson aux contaminants chimiques comme celles réalisées par l'Afssa (Calipso, 2006).

1. ETAT DES CONNAISSANCES

1.1. Caractéristiques générales des contaminants chimiques

Pollution marine : *“l'introduction par l'homme, directement ou indirectement, dans le milieu marin (estuaires compris), de substances ou d'énergie provoquant des effets nuisibles tels que dommages aux ressources biologiques, risques pour la santé humaine, entraves aux activités maritimes, notamment à la pêche, altération de la qualité d'utilisation de l'eau de mer et réduction des agréments”*

(définition de la pollution marine selon le groupe d'experts sur les aspects scientifiques de la pollution marine ; GESAMP, 1983)

Contaminant : *substance chimique présente dans le milieu en concentration supérieure à la normale (substance naturelle) ou en concentration détectable (substance de synthèse).(OSPAR)*

Comme il l'a été brièvement évoqué en introduction la pollution chimique représente une préoccupation majeure tant pour la santé de l'environnement marin que pour ses utilisations, notamment celles liées dans la production de ressources alimentaires. Ces aspects sont explicites dans la définition de la pollution marine adoptée officiellement. Effectivement, on y lit bien la notion de dommages aux ressources et de risques pour la santé humaine. Ces préoccupations essentielles justifient pleinement la protection du milieu naturel par l'acquisition de connaissance et par l'adoption de mesures appropriées de gestion vis à vis des diverses nuisances. Cette définition place les activités humaines à l'origine de rejets potentiellement nocifs dans le milieu naturel. Dans ce qui suit on se place dans un contexte de pollution chronique et diffuse, on s'intéresse aux constats de pollution sans prendre en compte ses effets. Pour cette raison, les chimistes de l'environnement préfèrent utiliser le terme de contaminants, terme qui lui se réfère à la mesure.

Les diverses substances chimiques présentes dans l'environnement marin ont des origines diverses, possèdent des caractéristiques physico-chimiques et des effets biologiques très différents. Parmi cette multitude de contaminants on s'intéressera aux composés bioaccumulables qui, par conséquent, peuvent atteindre des niveaux de présence élevés dans les organismes comme les poissons. Ces composés présentent en commun :

- une capacité à se bioconcentrer et à s'accumuler dans les tissus biologiques. Ce potentiel de bioconcentration dépend de la nature chimique des substances et en particulier du coefficient de partage octanol-eau (K_{ow} ; octanol-water partition coefficient). Cette grandeur physico-chimique traduit le caractère hydrophobe du composé, c'est à dire son affinité pour les corps gras. Les substances présentant un K_{ow} compris entre 10^2 et 10^6 présentent un fort potentiel à la bioconcentration ; c'est le cas des PCB, des dioxines et généralement de la plupart des composés aromatiques poly halogénés.
- une persistance environnementale due à leur très faible réactivité chimique et donc à leur résistance aux processus de dégradation physico-chimiques et biologiques (biodégradation et biotransformation réduites). Du fait de leur stabilité chimique, bon nombre de composés organohalogénés (chlorés, bromés, fluorés) sont susceptibles d'être bioaccumulés et bioamplifiés dans les chaînes trophiques. Notons que les hydrocarbures poly-aromatiques (PAH) contaminants importants du milieu marin littoral sont présents dans les bivalves filtreurs mais ne persistent pas dans les organismes supérieurs car ils subissent des processus de dégradation conduisant à leur élimination.

Enfin, la plupart des contaminants organiques appartiennent à des familles de substances aux caractéristiques très comparables (origine, structure et propriétés chimiques, comportement environnemental, mécanismes de toxicité) mais se différenciant par la nature, le nombre et la position relative des substituants sur la molécule (nombreux congénères, isomères de position). Cela signifie que leur analyse se fait en suivant des protocoles quelque fois complexe requiert des équipements et des savoir faire adaptés, permettant la sensibilité (10^{-12} g/g de matière) et la spécificité requises.

1.2. Les contaminants suivis

Les substances suivies dans cette étude, PCB, dioxines, PBDE, PFC et mercure présentent toutes les caractéristiques de contaminants organiques persistants et bioaccumulables. Ce sont pour la plupart, à l'exception du mercure, des produits de synthèse, présents à l'état de traces dans l'environnement. Des notes sommaires données en annexe présentent des informations sur ces substances.

Les polychlorobiphényles (PCB) (Annexe I A, p.51) sont des contaminants omniprésents dans l'environnement ; ce sont des exemples-types de composés persistants et bioaccumulables. Ils proviennent de l'utilisation de formulations techniques à base de PCB comme agents diélectriques dans les équipements électriques. L'utilisation des PCB est très réglementée et leur production a été arrêtée en 1987 en France. Il existe 209 congénères de PCB distincts se différenciant par le nombre, de 1 à 10, et la position des atomes de chlore dans la molécule. Dans l'environnement, environ une centaine de ces congénères a été identifiée. On différencie deux groupes de PCB, les PCB indicateurs majoritaires dans les prélèvements environnementaux et systématiquement mesurés dans les programmes de surveillance environnementale et les PCB de type dioxine. Ces derniers présentent des caractéristiques structurales et des effets biologiques similaires à la dioxine (2378 TCDD). Ces PCB dits de type dioxine (DL-PCBs) contribuent de façon très significative à la quantité toxique équivalente, mode d'expression communément adopté pour exprimer la contamination en dioxines et en PCB de type dioxine. Concernant la contamination du littoral français, la Baie de Seine apparaît comme un point chaud de pollution identifié depuis près de 35 ans (Alzieu *et al.* 1976). Cette situation s'améliore progressivement et très lentement tout en gardant un caractère préoccupant. La contamination des PCB de nombreux cours d'eau et lacs de France a conduit à la mise en place en 2008 du Plan National interministériel d'action PCB http://www.pollutions.eaufrance.fr/pcb/doc/plan_actions_pcb_02_08.pdf

Le terme dioxines incluent les PCCD (polychloro dibenzo-para-dioxines) et les PCDF (polychloro-dibenzofuranes) (Annexe I B, p. 52). Ce sont des substances organo-chlorées, persistantes, bioaccumulables et toxiques constituées de deux cycles benzéniques chlorés et liés par un (furanes) ou deux atomes d'oxygène (dioxines). Les dioxines ne sont pas produites intentionnellement, ce sont des sous-produits indésirés de réactions chimiques impliquant le chlore ou de processus de combustion. L'incinération des déchets urbains représente la principale source d'émission de dioxines dans l'environnement. La toxicité de ces composés se traduit par divers symptômes : effets cutanés, atteintes hépatiques, altération de la fonction immunitaire, atteinte à la fonction de reproduction. La plupart des travaux, plus fréquents sur la 2378 TCDD, concerne les petits rongeurs de laboratoire : la dioxine (TCDD) est l'un des composés chimiques les plus toxiques jamais produit. D'autre part la 2,3,7,8-TCDD a été reconnue en 1997 comme cancérigène pour l'homme par le Centre International de Recherche sur le Cancer.

Les 17 congénères toxiques qui possèdent, comme la 2,3,7,8-TCDD, un minimum de quatre atomes de chlore aux positions -2,3,7,8 présentent les mêmes mécanismes de toxicité. A chaque congénère est ainsi attribué un coefficient de toxicité (I-TEF = International Toxic Equivalent Factor) établi par comparaison de l'activité du composé considéré à celle de la 2,3,7,8-TCDD (van den Berg *et al.*, 1998 ; van den Berg *et al.*, 2006).

Les concentrations en dioxines (PCDD et PCDF) s'expriment en quantité toxique équivalente (TEQ) calculée à partir des concentrations mesurées et des facteurs de toxicité : $TEQ = \text{Somme} (TEF_i \times C_i)$. Les concentrations maximales admissibles dans les produits de la mer sont $TEQ_{(PCDD+PCDF)}$ 4 $\text{pg}\cdot\text{g}^{-1}$ p.h. (anguille 4 $\text{pg}\cdot\text{g}^{-1}$ p.h.) et $TEQ_{\text{Totale}} (TEQ_{(PCDD+PCDF)} + TEQ_{(PCB-DL)})$ 8 $\text{pg}\cdot\text{g}^{-1}$ p.h. anguille : 12 $\text{pg}\cdot\text{g}^{-1}$ p.h.) (Reg. C.E. No 1881/2006 modifié Reg. C.E. No 629/2008). En ce qui concerne l'exposition, en 2001, le JECFA (Comité d'experts de l'OMS et de la FAO) a fixé une dose mensuelle tolérable provisoire (DMTP) pour les PCDD, PCDF et PCB-DL à 70 pg TEQ/kg poids corporel/mois. http://www.who.int/ipcs/food/jecfa/summaries/en/summary_57.pdf

Les polybromo diphenyle ethers (PBDE) (Annexe I C, p.56) sont des composés bromés utilisés comme produits retardateurs de flamme dans l'ameublement, les textiles, les matériaux isolants, les matières plastiques, l'équipement électronique et informatique, et par conséquent sont largement disséminés dans tout l'environnement. Différents mélanges techniques ont été utilisés notamment les produits penta, octa et déca bromés. Actuellement c'est le mélange décabromé, qui reste principalement utilisé, suite à l'interdiction des mélanges penta bromés en 2001. Les concentrations en PBDE dans les organismes marins se situent au niveau de quelques nanogrammes par gramme de chair. Ces substances sont reconnues comme de possibles perturbateurs endocriniens. La préoccupation concernant les dérivés bromés est liée à leur détection dans tous les compartiments de l'environnement y compris dans les organismes et, plus important, au constat de l'augmentation très sensible des teneurs environnementales ces dernières années.

Les composés polyfluorés (PFC) (Annexe I D, p.58) sont des substances qui possèdent une longue chaîne polyfluorée (C8 à C16) apolaire et un groupement polaire. Ce sont des substances amphiphiles. Ces caractéristiques leur confèrent à la fois des propriétés d'agents de surface, (anti-tâches, imperméabilisants, anti-adhésifs) largement utilisés dans divers produits d'usage courants (mousses extinctrices, adhésifs, cires, emballage alimentaire, vêtements). Certains PFC, comme le PFOS et le PFOA sont les plus fréquemment détectés dans l'environnement. Les PFC s'accumulent davantage dans le foie que dans la chair des poissons. Le foie est la cible la plus sensible au PFOS (induction de tumeurs); d'autres effets ont été observés : modification des hormones thyroïdes, effets sur le développement. Les PFC ont été récemment inclus dans la liste des POP dans le cadre de la Convention de Stockholm. <http://chm.pops.int/ProgrammesGlobalMonitoringPlan/hrMeetings/GMP1stExpertMeeting2010/tabid/760/mctl/ViewDetails/EventModID/873/EventID/97/xmid/3258/language/en-US/Default.aspx>

1.3. Les programmes de surveillance de la contamination chimique et les critères de sélection d'une espèce indicatrice

Pour répondre à la prise de conscience environnementale, et pour suivre les effets de leur politique de gestion de la contamination chimique de nombreux pays et organisations internationales (Convention multinationales) ont mis en place des programmes de surveillance environnementaux. Un programme de surveillance (monitoring) de la pollution est défini "comme l'observation (mesure) répétée de un ou plusieurs paramètres chimiques ou biologiques selon un plan prédéfini dans l'espace et dans le temps en utilisant des méthodes comparables et standardisées" (définition de la surveillance selon l'UNEP, citée par van der Oost, 2003).

Ces programmes de surveillance environnementaux répondent à des objectifs comme :

- l'identification des zones géographiques de contamination élevée (points noirs de pollution),
- l'évaluation des tendances de la contamination, notamment pour suivre les effets des mesures de protection du milieu prises en amont (comme par exemple l'interdiction ou la restriction des usages de substances, des efforts d'assainissement ou de traitement des rejets urbains).

Dans les programmes de surveillance à objectifs sanitaires il s'agira de suivre la conformité des produits de la mer avec la réglementation sanitaire.

Dans ces programmes de surveillance, la mesure des contaminants dans l'eau présente trop de difficultés (sensibilité insuffisante des techniques, prélèvements de grands volumes, séparation des phases dissoute et particulaire) ; les suivis dans des matrices intégratives comme les sédiments ou les tissus biologiques lui sont préférés. Pour la surveillance, et plus généralement pour de nombreux travaux sur la contamination chimique en milieu marin les organismes, mollusques, crustacés, poissons, mammifères marins ou oiseaux de mer ont été largement étudiés sur la base du postulat que les niveaux de contamination mesurés dans leurs tissus ou organes est le reflet de la contamination ambiante. C'est la notion d'espèce indicatrice de la qualité du milieu.

Selon Phillips (1980) une espèce indicatrice (ou espèce sentinelle) de la qualité du milieu aquatique doit satisfaire différents critères :

- une abondance et une taille qui facilitent la réalisation des prélèvements et l'obtention d'échantillons représentatifs,
- une sédentarité et une large distribution géographique permettant des comparaisons des niveaux de présence entre plusieurs sites
- une capacité à accumuler les contaminants
- une capacité à intégrer dans le temps les fluctuations du milieu que des mesures dans la colonne d'eau ne permettraient pas de suivre
- une tolérance aux stress environnementaux et aux contaminants
- une faible capacité à biotransformer les substances chimiques suivies

La surveillance fondée sur les bivalves comme espèces indicatrices : niveaux et tendances

Espèces sédentaires, les mollusques filtreurs comme les huîtres ou les moules satisfont bien à ces critères et sont largement utilisés dans les programmes de surveillance environnementale des polluants du milieu marin.

La figure 1 représente les niveaux de contamination relevés dans les mollusques bivalves (huîtres et moules) du littoral français.

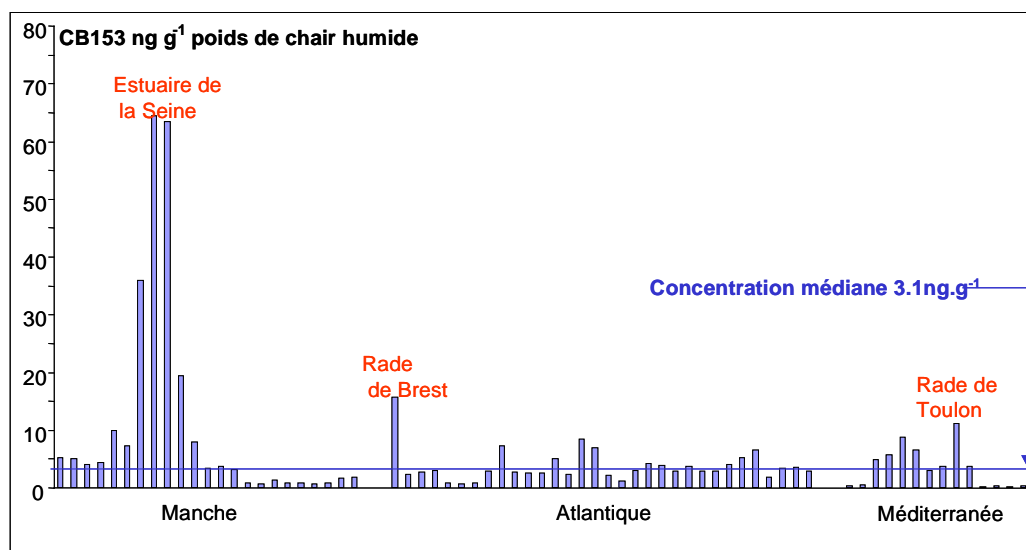


Figure 1 : Contamination en PCB le long des côtes de France (données RNO, 2007).

Il apparaît ainsi que :

- la concentration médiane dans la chair des bivalves est d'environ 3 ng.g⁻¹ poids de chair humide (p.h.) soit environ 15 ng.g⁻¹ p.s.; poids de matière sèche pour une teneur en eau moyenne de 80%),
- que les niveaux les plus faibles, moins de 2 ng/g (p.h.) sont observés en Nord Bretagne et en Corse, zones à l'écart de l'influence d'apports d'origine continentale,
- que des concentrations relativement élevées (>10 ng g⁻¹ p.h.) sont mesurées dans les bivalves collectées en zone fermées, urbanisées et industrialisées,
- que des concentrations très élevées sont mesurées dans les moules provenant de zones très voisines de l'embouchure de la Seine.

Cette approche de la surveillance par l'intermédiaire des moules reste un modèle de programme de surveillance. De tels programmes de surveillance de type "mussel watch" sont mis en application dans de nombreux pays (O'Connor et Lauestein, 2006 ; Karru *et al.* 2007). A l'échelle du littoral français, ce modèle donne une bonne information : les zones noires sont été clairement mises en évidence et cela depuis plus de trente ans maintenant. Les séries ainsi acquises montrent également l'évolution dans le temps de cette contamination, <http://wwz.ifremer.fr/envlit/>. Ces tendances à la baisse constatées dans le cas des PCB et des dioxines (Johansson *et al.*, 2006 ; Munsch *et al.*, 2008) sont confirmées par des analyses rétrospectives, qui ont aussi mis en évidence l'augmentation de la contamination par les PBDE au cours de la période 1980 – 1990 (Johansson *et al.*, 2006).

La surveillance au moyen des poissons

L'utilisation des poissons dans de tels programmes de surveillance est beaucoup moins systématique. La question de l'échantillonnage est une première raison à cela : les campagnes de prélèvements de poisson selon des modes opératoires stricts à des fins scientifiques sont beaucoup plus difficiles à mettre en place. De plus l'interprétation des données est plus délicate. De fait, en s'élevant dans la chaîne alimentaire les facteurs biologiques agissent de manière importante sur la bioaccumulation et rendent de plus en plus distante la relation entre contamination ambiante et niveaux de présence des contaminants dans la chair de poisson. Divers facteurs comme l'alimentation ou la reproduction (Loizeau *et al.*, 2001) interviennent sur l'accumulation de contaminants persistants par les organismes, et cela tout au long de leur cycle de vie (Abarnou et Loizeau, 1994 ; Loizeau et Abarnou, 1994 ; Abarnou, 2009). Les modèles de bioaccumulation permettent de relativiser leur importance. L'effet du cycle de la reproduction est un exemple de cette complexité des interactions de divers processus agissant sur la contamination des poissons. La ponte au printemps se traduit par une décontamination des femelles adultes ; cet effet sensible au niveau des gonades reste très limité en ce qui concerne la contamination du muscle. Pour certaines espèces, la migration pour la reproduction du large vers les zones de frai situées à la coté entraîne passagèrement une exposition plus importante aux contaminants. Ensuite, les adultes se décontaminent en regagnant le large, moins exposé aux apports d'origine terrestre.

Le poisson en tant qu'espèce biologique indicatrice de la contamination chimique a d'autant plus d'intérêt que sa biologie est bien caractérisée. Ce n'est généralement pas le cas de poisson dont le cycle de vie et les déplacements ne sont pas toujours connus avec certitude. Toutefois les grands prédateurs pélagiques comme les thonidés ou l'espadon ont été utilisés comme la notion d'espèces indicatrices de grandes zones océaniques pour le suivi de la contamination en éléments traces (Kojadinovic *et al.* 2007) ou en composés organiques de synthèse. Plusieurs publications d'équipe de recherche japonaise rapportent des teneurs en divers contaminants dans le thon listao (*Katsuwonus pelamis*) en divers zones de l'océan indien. Selon les auteurs, la biologie de cette espèce très exploitée est bien connue, la croissance, le sexe, les migrations ont un effet très faible sur les niveaux de contamination et qu'ainsi le thon listao est un bon indicateur de la contamination des grandes zones de l'océan indien. Divers groupes de contaminants ont ainsi été mesurés dans le foie ou la chair des thons

: les PCB et certains pesticides organochlorés (Ueno *et al.*, 2003), les PBDE (Ueno *et al.*, 2004), les PCDD, PCDF et les PCB coplanaires (Ueno *et al.*, 2005), les PCDD, PCDF et les PCB coplanaires ainsi que certains PFC dans le foie (Hart *et al.*, 2008). Law *et al.* (2008) ont publié une revue des niveaux et tendances de la contamination par les retardateurs de flamme bromés dont les PBDE dans l'environnement, en Europe et en Asie, dans laquelle sont citées des mesures dans les poissons et autres organismes marins.

La mer Baltique est réputée être une mer particulièrement polluée par les PCB et autres composés de synthèse (Bernes, 2004). Pandelova *et al.* (2008) ont étudié la contamination de poissons de la Baltique : il apparaît que l'âge (durée d'exposition) est un déterminant majeur de contamination alors que le genre a un effet très limité sur les niveaux de contamination des poissons. Tous les poissons, à l'exception des spécimens les plus âgés ($> 4,5 - 5$ ans) provenant du golfe de Finlande présentent une contamination inférieure aux concentrations maximales admissibles (TEQ_{PCDD et PCDF} inférieures à $4 \text{ pg}\cdot\text{g}^{-1}$ (poids humide). L'étude de Karl *et al.* (2010) sur la contamination des harengs de la Baltique ne montre pas de tendance à la baisse de cette contamination entre 1999 et 2006 ; en Baltique orientale les niveaux se situent entre $1,4$ et $2,7 \text{ pg TEQ}_{\text{PCB-DL}} \text{ g}^{-1}$ p.h.) pour les PCB-DL (poids humide) et entre $1,3$ et $2,5 \text{ pg TEQ}_{\text{PCDD et PCDF}} \cdot \text{g}^{-1}$ (p. h.) pour les dioxines. Les niveaux les plus élevés sont mesurés dans la chair de hareng provenant des côtes de Lettonie et Lituanie : PCB153 : $10,4 \text{ }\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$; PCB-DL : $1,9 \text{ pg TEQ}_{\text{PCB-DL}} \text{ g}^{-1}$; PCCD/F : $3,04 \text{ pg TEQ}_{\text{PCDD et PCDF}} \cdot \text{g}^{-1}$ (en poids de chair humide). Les PCB DL contribuent pour environ à 55% à la quantité toxique équivalente totale moins que ce qui est habituellement dans les poissons des côtes de la Manche et de l'Atlantique.

Fin des années 80, Ifremer a réalisé une étude sur les niveaux de concentration en métaux, métalloïdes et composés organochlorés dans les produits de la pêche côtière française, (Cossa, 1990 ; <http://wwz.ifremer.fr/envlit/>). Ces données datent maintenant de plus de vingt ans et ne sont plus le reflet de la situation actuelle. De plus, parmi les contaminants organiques seuls les PCB et quelques pesticides organochlorés ont été mesurés.

1.4. Les contaminants dans les poissons et la sécurité sanitaire

Dans ce qui précède les poissons ont été utilisés comme espèces indicatrices de la qualité du milieu. Ce sont aussi des vecteurs de contaminants vers les consommateurs supérieurs et tout particulièrement vers l'homme. A ce titre, les substances comme les PCB, les dioxines, les PBDE sont particulièrement suivis dans le cadre des contrôles sanitaires et dans des études plus spécifiques visant à préciser d'exposition de l'homme aux contaminants par le biais de la consommation des produits de la mer.

Dans ce contexte, l'étude Calipso, publiée par l'Afssa en 2006 en partenariat avec le Ministère de l'Agriculture et de la Pêche (Direction Générale de l'Alimentation) et l'Inra apporte des informations sur la contamination des poissons et l'exposition de gros consommateurs aux éléments traces et aux contaminants de synthèse (PCB, Dioxines et PBDE) (Leblanc, 2006). Près d'une centaine d'échantillons de poissons appartenant à une trentaine d'espèces provenant de quatre régions, Le Havre, Lorient, La Rochelle et Toulon a été analysée. L'étude a mis en évidence un gradient de la contamination nord sud, et signale que les produits de la mer sont globalement satisfaisants au regard des réglementations en vigueur.

Cette préoccupation liée à la présence de contaminants dans les poissons, les crustacés et les mollusques destinés à la consommation a suscité de nombreuses études permettant d'évaluer la contribution de la consommation des produits de la mer à l'exposition de l'homme aux contaminants (Domingo et Bocio, 2007 ; Shen *et al.*, 2009 ; Schechter *et al.*, 2010). Ce type de démarche diffère des études à caractère environnemental tout en présentant divers aspects communs qui justifient le rapprochement de tels programmes au prix d'une optimisation réfléchie des stratégies d'échantillonnage.

2. RAPPELS DES OBJECTIFS ET CADRE DE L'ETUDE

Cette étude consiste à étudier les niveaux de présence de quelques groupes de contaminants chimiques prioritaires dans un nombre limité d'espèces de poisson provenant de différentes zones des eaux côtières françaises.

2.1. Choix des zones

Il était initialement prévu de déterminer les niveaux de contamination en mercure, en PCB (PCB indicateurs et PCB de type dioxine), en dioxines (PCDD et PCDF) et en PBDE dans des espèces exploitées provenant du littoral de la Manche et de la Méditerranée.

Pour mieux prendre en compte l'ensemble des façades maritimes deux zones ont été prospectées dans le Golfe de Gascogne (Sud Bretagne et Ouest La Rochelle). Il avait été envisagé que, dans la mesure du possible, ces prélèvements soient réalisés par du personnel Ifremer dans le cadre de campagnes à la mer déjà programmées à Ifremer. Pour diverses raisons, ceci n'a pas pu se faire et finalement la majeure partie des prélèvements a été achetée chez des mareyeurs accrédités en criées tout en garantissant la localisation des zones d'origine des prélèvements (voir Annexe II, Tableaux des prélèvements de poissons)

2.2. Choix des espèces

La sélection des espèces à étudier en priorité reposait sur :

- leur large distribution géographique et leur abondance sur les divers secteurs étudiés de façon à rendre possible les comparaisons entre zones ;
- leur représentativité par rapport aux principales espèces consommées en France ;
- leur mode de vie et caractéristiques biologiques (leur caractère benthique ou pélagique, leur relative sédentarité, leur appartenance aux groupes poisson gras/poisson maigre...) permettant de discerner les facteurs environnementaux et biologiques agissant sur la bioaccumulation.

L'importance particulière attribuée au premier critère a conduit à privilégier quatre espèces susceptibles d'être présentes sur toutes les zones. Ce sont :

- le bar ou loup (*Dicentrarchus labrax*)
- le maquereau (*Scomber scombrus*),
- la sardine (*Sardina pilchardus*),
- le rouget barbet de roche (*Mullus surmuletus*).

Plusieurs prélèvements de limande (*Limanda limanda*) ont été réalisés dans les différents secteurs de la Manche orientale.

Quelques caractéristiques de ces espèces (d'après Guitton *et al.*, 2003)

Le bar ou loup (*Dicentrarchus labrax*) est un poisson au comportement démersal et pélagique



largement distribué sur tout le plateau continental de l'Atlantique Nord Est et de Méditerranée. Il supporte les variations de salinité et les juvéniles fréquentent les estuaires. Le bar est un prédateur qui se nourrit de petits poissons et de crustacés. Il a une durée de vie d'une quinzaine d'années ; sa

taille maximale peut atteindre 70 à 85 cm pour les femelles et 65 à 75 cm pour les mâles. La maturité sexuelle est acquise entre 4 et 7 ans pour les mâles (33-40 cm) et à 5 à 8 ans (35-50 cm) pour les femelles. La taille minimale commercialisable est fixée à 36 cm.

Le maquereau (*Scomber scombrus*) est un poisson pélagique abondant de l'Atlantique Nord-Est qui vit sur des fonds de 0 à 250 m, mais surtout entre la surface et 40 m de profondeur. Son régime alimentaire est varié : copépodes, larves de crustacés et petits poissons pélagiques. Mûre vers 3 ans (29 cm), il peut vivre jusqu'à vingt ans (taille maximale de 60 cm). La taille minimale commercialisable est de 20 cm.



Le rouget barbet de roche ou surmulet (*Mullus surmuletus*) une espèce benthique fréquentant les fonds rocheux, à graviers ou sableux en Manche et dans le Golfe de Gascogne. Il se nourrit de crustacés, vers et mollusques benthiques. Il atteint sa maturité sexuelle au cours de la deuxième année (16-19 cm) et peut vivre une dizaine d'années pour une taille de 45 cm. La taille minimale commercialisable n'est pas réglementée pour le rouget barbet.



La sardine (*Sardina pilchardus*) est un petit pélagique qui vit en bancs jusqu'à des profondeurs de 100 mètres. Elle migre vers le large l'hiver et revient près des côtes au printemps. La sardine se nourrit de plancton (crustacés, œufs et larves de poissons). Sa taille maximale est de 25 cm. Elle parvient à maturité vers 1-2 ans à une taille de 10-20 cm. La période de reproduction varie suivant les régions ; principalement au printemps dans le golfe de Gascogne (10-13°C), de septembre à mai en Méditerranée (12-14°C) et mai-juin, puis octobre –novembre en Manche orientale. La taille minimale commercialisable est fixée à 11 cm.



La limande (*Limanda limanda*) est un poisson benthique largement répandu en Manche et dans le Golfe de Gascogne qui fréquente de préférence les fonds sableux de 20 à 40 mètres de profondeur en Atlantique. Elle se nourrit de diverses espèces benthiques, petits crustacés (amphipodes), mollusques, échinodermes. Sa longévité serait de douze ans pour une taille de 40 cm. La maturité sexuelle est atteinte entre 2 et 3 ans (12 – 15 cm). Sa taille minimale de capture est de 15 cm sauf pour la mer du Nord (23 cm).



Note : Les Tailles légales de capture pour les poissons de mer mentionnées se réfèrent à du 16 juillet 2009 (JO du 25 août 2009 - NOR : AGRM0902629A).

<http://www.encyclopeche.com/federat3suite.htm>

2.3. Sélection des contaminants

Dans cette étude sur la contamination des poissons les contaminants mesurés dans le muscle sont de ce fait des composés bioaccumulables. Ce sont des substances prioritaires (Directive Cadre sur l'Eau, Conventions internationales pour la protection de l'Environnement). Ce sont des composés ou groupes de composés, qui posent problème pour la qualité de l'environnement et pour la santé en raison de leur caractère cancérigène ou reprotoxique. On se situe dans le contexte de contamination chimique chronique (hors situation de pollution accidentelle).

Parmi les métaux toxiques seul le mercure a été mesuré car sa forme méthylée toxique et bioaccumulée, est largement prédominante dans les poissons. Les autres métaux ne s'accumulent pas ou très peu dans la chair.

Parmi les contaminants organiques nous nous sommes intéressés aux PCB, PCB indicateurs communément suivis dans les programmes de surveillance de la contamination du milieu marin (PCB28, 52, 101, 118, 138, 153 et 180 selon la nomenclature systématique de Ballschmiter et Zell,

1990) et aux PCB de type dioxine ("dioxin-like PCBs") non ortho-substitués (PCB77, 81, 126, 169) ou mono-ortho substitués (PCB105, 114, 118, 123, 156, 157, 167 et 189). Les composés du groupe des dioxines qui ont été mesurés sont ceux substitués aux positions –2,3,7,8, soit 7 congénères de PCDD (poly chloro dibenzo para dioxines) et 10 congénères de PCDF (polychloro dibenzo furannes). Les PBDE (polybromo diphenyle éthers) mesurés sont les congénères PBDE 28(3Br), 47(4Br), 99(5Br), 100(5Br), 153(6Br), 154(6Br), 183(7Br). Enfin, 16 composés du groupe des PFC (composés polyfluorés) ont été recherchés.

3. MATERIEL ET METHODE

3.1. Les prélèvements

Les prélèvements réalisés ont permis la constitution de 128 échantillons de chair (filet) qui ont été ensuite analysés. Le tableau 1 récapitule leur répartition par zones et par espèces de ces échantillons. Les caractéristiques biométriques des spécimens constituant tous ces échantillons sont rapportées dans l'annexe 1.

Dans cette annexe, les échantillons sont identifiés par un code de la forme ZxBy, caractérisant la zone d'origine (de Z1 à Z8), la lettre initiale de leur nom d'espèce (B, bar ; L, limande ; M, maquereau ; R rouget barbet ; S, sardine), et le numéro de l'échantillon dans ce même groupe zone-espèce. De plus, pour obtenir la quantité de chair suffisante pour les analyses chimiques des échantillons composites ont été constitués à partir de prélèvements de chair de plusieurs spécimens de même origine et espèce à la même classe de taille. La taille et le poids des spécimens constituant les divers échantillons sont rapportés dans l'annexe 1.

Tableau 1 : Bilan de l'échantillonnage.

Zones	Bars	Maquereaux	Rougets barbet	Sardines	Limandes	TOTAL
Z1 - Dunkerque	4	3			2	9
Z2 - Baie de somme	6	4	3		4	17
Z3 - B de Seine	8	4	3	1	2	18
Z7D - Manche Est	6		6			12
Z4 - Nord Bretagne	5	5	5			15
Z5 - Sud Bretagne	5	5	5	5		20
Z6 - I. Oléron	5	5	5	5		20
Z8 - Large Rhône		5	5	5		15
Total/espèce	39	31	32	16	8	126

Le plan initial d'échantillonnage prévu (180 échantillons environ) n'a pas pu être réalisé. Une seule zone a pu être investiguée en Méditerranée et cela pour trois espèces seulement. En Manche, il n'a été possible d'obtenir qu'un seul prélèvement de sardines.

3.2. Les analyses des contaminants chimiques

Toutes les analyses sont réalisées sur des prises d'essai de chair lyophilisée. La teneur en eau, exprimée en pourcentage du poids humide est obtenue par pesée avant lyophilisation du matériel brut. Le pourcentage de matière extraite rapporté au poids sec donne une estimation de la teneur en matière grasse dans la chair de poisson.

Analyses des PCB, DL-PCB, dioxines (PCDD et PCDF) et des PBDE

Les analyses des dioxines (PCDD et PCDF), des PCB (PCB-indicateurs et PCB de type dioxine), les PBDE (polybromo-diphényle éthers) ainsi que celles des (PFC) composés polyfluorés ont été réalisées au Laberca (Laboratoire d'Etude des Résidus et des contaminants dans les aliments, à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Nantes, devenu Oniris depuis janvier 2010). Le Laberca est le Laboratoire National de Référence du Ministère de l'Agriculture et est accrédité ISO 17025.

Les analyses sont réalisées sur la chair lyophilisée. Dix grammes de chair sont extraits dans un appareil de type ASE (Dionex ; extraction accélérée par solvant), à 120°C et une pression de 100 bars le solvant est un mélange toluène-acétone (70:30, v. v.). Trois cycles d'extraction de 5 minutes chacun sont réalisés successivement. Le résidu de l'extrait, obtenu après évaporation du solvant, est pesé pour donner le poids de graisse de l'échantillon. Ces lipides sont éliminés par chromatographie sur colonne de gel de silice imprégné d'acide sulfurique. Les PCB et les PBDE sont isolés de la fraction contenant les dioxines par chromatographie sur Florisil. Cette fraction est ensuite purifiée sur une colonne chromatographique contenant un mélange de Carbopack C et Celite 545. Dans la fraction PCB, les PCB non - ortho et mono ortho substitués (PCB de type dioxine) sont séparés des PCB di-ortho (PCB indicateurs) et des PBDE sur des colonnes de Florisil et Carbopack Celite 545. Après addition des étalons internes pour le calcul des rendements de récupération ($^{13}\text{C}_{12}$ -1234 TCDD pour les PCDD et PCDF, $^{13}\text{C}_{12}$ -PCB111 pour les PCB, $^{13}\text{C}_{12}$ -PBDE139 pour les PBDE) les différentes fractions sont reprises dans des volumes connus de toluène. La détermination de ces contaminants est réalisée par chromatographie en phase gazeuse - spectrométrie de masse à haute résolution : Chromatographe HP6890, Colonne DB-5MS (30m de longueur ; 0,25 mm de diamètre ; 0,25 μm d'épaisseur de phase) couplé à un spectromètre de masse à haute résolution (Jeol JMS-700D).

Les limites de détection sont très faibles de l'ordre de 0,03 pg/g de poids frais ce qui permet dans la grande majorité des cas de détecter tous les congénères. Par ailleurs des contrôles qualités sont régulièrement analysés afin de valider tous les résultats analytiques. Une des matrices servant de contrôle qualité est une huile de poisson possédant un profil de contamination très proche des échantillons analysés dans le cadre de ce projet.

Pour toutes les molécules recherchées les concentrations de substance sont rapportées au poids frais. Pour le calcul des quantités toxiques équivalentes (2378-TCDD) ce sont les facteurs de toxicité équivalente de 1998 ($\text{TEF}_{\text{OMS1998}}$; Van den Berg *et al.*, 1998) qui sont pris en compte pour les dioxines (7 PCDD et 10 PCDF substituées en -2378) ainsi que pour les PCB de type dioxine (12 congénères). Dans le cas où des molécules sont présentes à des niveaux inférieurs aux limites de quantification, trois résultats très peu différents sont rapportés, upper, medium ou lower, selon que les valeurs prises en compte comme valeurs des concentrations sont respectivement égales au seuil, égales à la moitié de ces seuils ou égales à zéro.

Analyse des PFC

Ces analyses sont réalisées par le même laboratoire (Laberca).

L'extraction s'effectue sur un gramme de chair lyophilisée et supplémentée en étalons internes (PFHxS $^{18}\text{O}_2$, PFOS $^{13}\text{C}_4$, PFBA $^{13}\text{C}_4$, PFOA $^{13}\text{C}_4$, PFNA $^{13}\text{C}_9$, PFDA $^{13}\text{C}_2$, PFUdA $^{13}\text{C}_7$ PFDoA $^{13}\text{C}_2$). Après une extraction liquide-solide à l'aide de 15 mL de méthanol, l'extrait est purifié par SPE (Solid phase extraction) dispersive de carbone graphite. Après évaporation à sec de l'extrait de méthanol, l'échantillon est repris dans du dichlorométhane, puis il est de nouveau purifié sur 2 g de silice hydratée à 1,5%. Après lavage au dichlorométhane pour éliminer les lipides, les composés polyfluorés sont élués à l'acétone. L'échantillon est évaporé à sec et repris dans un de lipides. L'échantillon est ensuite analysé par LC-MS/MS (chromatographie liquide phase inverse (colonne C18, 50*2mm, 3 μm) couplée à un triple quadripôle) en mode MRM (Multiple Reaction Monitoring). En cas de présence d'interférent qui générerait le pic du PFOS, le résultat est confirmé par analyse en LC-HRMS (chromatographie liquide phase inverse - colonne C18, 50*2mm, 3 μm - couplée à une trappe orbitale). Un blanc d'extraction est ajouté à chaque série pour vérifier l'absence de contamination analytique. De plus, une gamme extraite accompagne chaque série d'échantillons analysés. Les limites de détection atteints sont de l'ordre de quelques dizaines de $\text{pg}\cdot\text{g}^{-1}$ pour l'ensemble des molécules dans la chair de poisson.

Analyse du mercure

Les analyses de mercure total ont été réalisées au Laboratoire des Contaminants Métalliques du Département Biogéochimie et Ecotoxicologie d'Ifremer, Centre de Nantes selon des modes opératoires parfaitement maîtrisés et validés dans le cadre d'exercices d'inter-comparaison internationaux (Cossa *et al.*, 2002).

Les analyses sont réalisées sur la chair lyophilisée et les résultats sont donnés en mg.kg^{-1} poids humide, en prenant en compte la teneur en eau du matériel lyophilisé.

Pour le mercure total, le principe de la méthode repose sur la calcination de l'échantillon en présence d'un catalyseur qui a pour effet de libérer le mercure élémentaire qui est ensuite piégé sur or et finalement mesuré par spectrophotométrie d'absorption atomique, l'analyse entièrement automatisée est réalisée sur l'appareil AMA254[®] de la firme Altec. Pour des prises d'essai d'environ 20 mg (p.s.) les limites de détection sont inférieures à $0,01\text{mg.kg}^{-1}$ avec une bonne précision. Des échantillons de référence certifiés (DORM-1 du Centre National de la Recherche du Canada) sont inclus systématiquement dans les séries d'échantillons analysés.

4. RESULTATS ET DISCUSSION

4.1. Les prélèvements

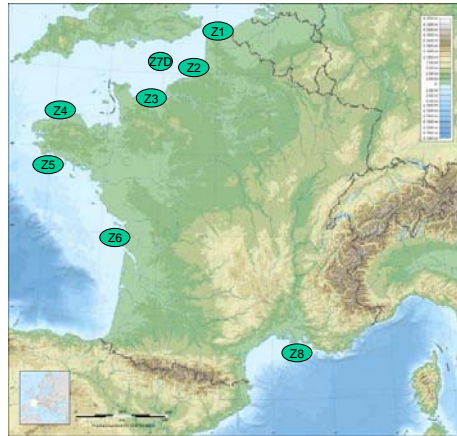


Figure 2 : Situation des zones de prélèvements

Ainsi les prélèvements réalisés couvrent huit zones :

- le secteur de Dunkerque- Boulogne, noté Z1
- le secteur de Boulogne – Baie de Somme, Z2
- la baie de Seine, Z3
- la Manche orientale Z7D (zone 7D selon la classification du CIEM³)
- le secteur Nord Bretagne (Perros-Guirrec), Z4
- le secteur Sud Bretagne Z5 (Audierne pour le bar, Concarneau-Glénan pour les autres espèces)
- le secteur Centre du golfe de Gascogne (Ile d’Oléron), Z6
- le secteur de Port de Bouc (Panache du Rhône), Z8

Notons que, par rapport au plan d’échantillonnage initial une seule zone (Z8) a été prospectée en Méditerranée, les secteurs du Golfe du Lion et de Toulon-Corse n’ayant pu être approvisionnés et que par contre une zone, Manche-Est (Z7D), a été ajoutée. Cette zone se situe à proximité des zones 2 et 3, mais plus vers le large.

Les caractéristiques des prélèvements sont décrits en annexe (Annexe II, p 60). Dans le cas d’échantillons composites ce sont les tailles moyennes et poids moyens, ces moyennes sont calculées sur l’ensemble des spécimens, de taille et poids très comparables, qui constitue l’échantillon analysé.

Ces différents échantillons présentent des caractéristiques de taille et de poids très variables comme le montrent les graphes suivants (figure 3).

Pour le bar, obtenus seulement en Manche et dans le Golfe de Gascogne, on note que les prélèvements de Nord Bretagne (zone Z4) sont nettement supérieurs à ceux prélevés ailleurs. Les caractéristiques des bars de Sud Bretagne (zone Z5) n’ont pas été rapportées.

³ CIEM : Conseil International pour l’Exploitation de la Mer

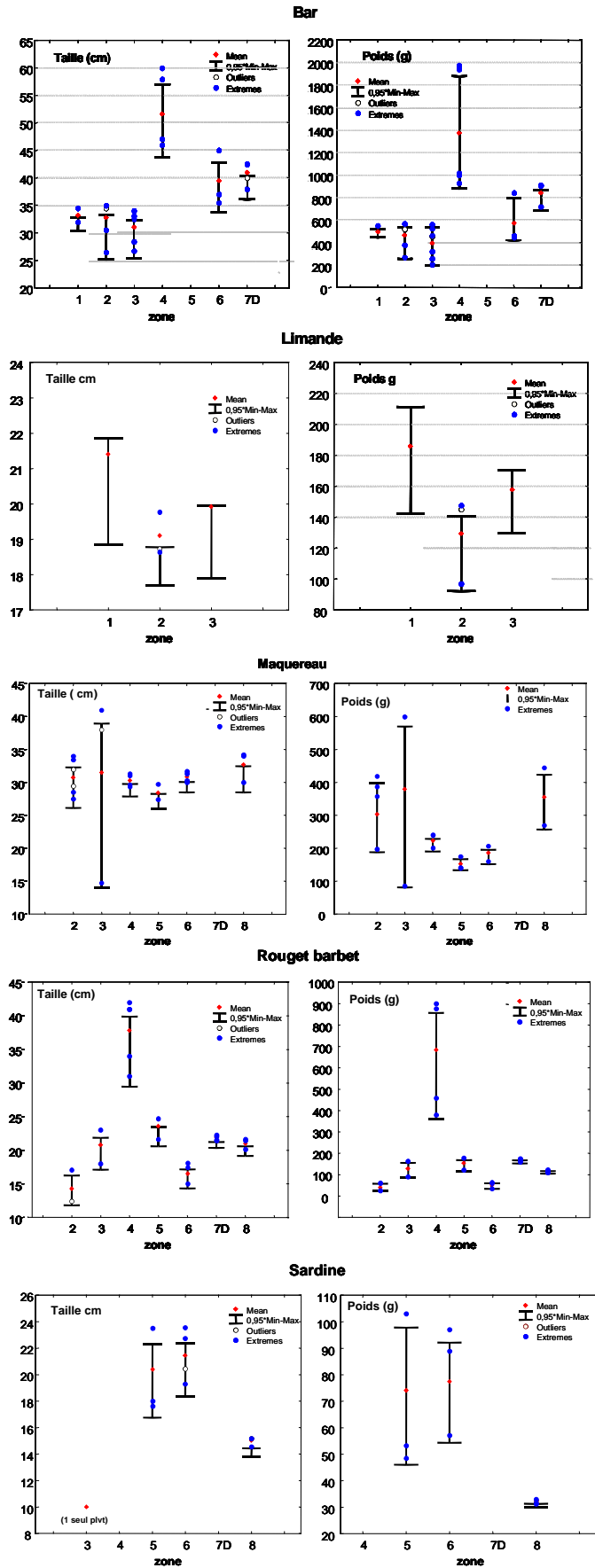


Figure 3 : Caractéristiques bio métriques (taille et poids) des échantillons.

Dans le cas de la limande, espèce non retenue initialement, quelques spécimens, en nombre très limité, ont été capturés dans les zones Z1, Z2 et Z3. Les voies de contamination peuvent être différentes, essentiellement à partir du sédiment superficiel pour cette espèce benthique, retenue comme espèce à suivre dans le cadre de la surveillance des effets biologiques des contaminants pour la zone Atlantique Nord.

Pour les échantillons de maquereaux, également espèce préconisée pour la surveillance du milieu marin (OSPAR), les tailles et poids sont en général plus homogènes à l'exception de ceux de la zone Z3 (baie de Seine) qui sont de taille extrême, soit moins de 15 cm soit autour des 40 cm, alors que les autres spécimens mesurent environ 30 cm.

Les échantillons de rouget barbet de roche sont de plus de petite taille, autour des 15-25 cm ; à l'exception de l'échantillonnage provenant de la zone Z3 (Nord Bretagne), d'environ 30-42 cm.

Un seul échantillon de sardine a pu être obtenu en Manche (zone Z3).

Ces observations montrent la difficulté de satisfaire le plan d'échantillonnage et incite à la prudence lors de l'interprétation des résultats de mesures de contaminants. En effet, la variabilité des tailles et des poids des différents spécimens de même espèce semble indiquer leur appartenance à différentes classes d'âge et donc des expositions différentes.

4.2. Les contaminants dans les poissons

L'ensemble de tous les résultats bruts sont présentés en annexe (Annexe III, page 68) et le tableau 2 en donne une synthèse pour les dioxines (PCDD et PCDF) exprimées en (TEQ_{PCDD et PCDF}), les dioxines et les PCB-DL (TEQ totale = TEQ_{PCDD et PCDF} + TEQ_{PCB-DL}), les PCB indicateurs (PCB153), les PBDE (PBDE47), les PFC (PFOS) et le mercure total.

Comme on pouvait s'y attendre, les concentrations des différents contaminants varient sur de larges gammes, que l'on considère l'ensemble des poissons ou les groupements par espèce. Un échantillon particulièrement contaminé a été écarté des calculs et ne sera plus pris en considération par la suite. Il s'agit d'un échantillon de maquereaux provenant de la Baie de Seine (Z3M4 : maquereaux de 36 cm et environ 390g) pour lequel les niveaux de contamination (poids humide) atteignent 317 ng/g pour le PCB153, 3,5 pg/g pour le TEQ_{PCDD+PCDF}, 42,2 pg/g pour le TEQ_{total}, et 2,7 ng/g en PBDE47 soit environ 10 fois plus que la valeur médiane calculée sur toutes les mesures dans le cas des dioxines et du PBDE47; mais surtout 38 et 17 fois les valeurs médianes dans le cas des PCB indicateurs et TEQ_{total} respectivement. Cet échantillon de la Baie de Seine témoignerait de niveau exceptionnel et anormalement élevé de la contamination dans des organismes de ce secteur pollué par les PCB. Par contre il présente une contamination bien supérieure, d'un facteur trois à celle des autres prélèvements parmi les plus contaminés. Un autre prélèvement, lui par contre peu contaminé (code 9-2496-57; PCB153 1,4 ng/g p.h.) a été écarté parce que mal répertorié. C'est donc finalement sur 126 prélèvements que portera la discussion des résultats, abordée ensuite par familles de substances.

Dans le tableau 2, tous les résultats sont des concentrations de contaminants rapportées au poids de chair humide, à l'exception de la matière grasse extraite. En première approximation les ordres de grandeur des concentrations exprimées en poids de matière sèche peuvent être obtenues en multipliant par 5 ces résultats (sur la base d'une teneur en eau moyenne de 80%) ; les calculs exacts peuvent être faits⁴ à partir des teneurs en matière sèche (%MS). Le pourcentage de matière extractible (% MG) exprime la quantité de matière extraite pour 100 g de chair de poisson, chair humide, et donne une assez bonne approximation de la teneur en lipides de l'échantillon. Cette grandeur renseigne sur le caractère gras ou maigre des poissons et donc leur capacité à accumuler les contaminants hydrophobes.

⁴ concentration exprimée par rapport au poids sec = 100 fois la valeur de concentration rapportée au poids humide (C p.h.) divisée par le pourcentage de matière sèche (%MS). C. p.h. et %MS données dans les tableaux des résultats dans Annexe III.

Tableau 2 : Contaminants dans la chair des poissons (en ng ou µg g⁻¹ chair humide pour tous les contaminants, en pourcentage du poids sec pour la matière extractible (M.G.%)).

		Nbre	Moyenne	Inter. de confiance à 95 %	Mediane	Minimum	Maximum	centile 5	centile 95
TOUS									
Matière grasse (%)		126	4,08	3,32 - 4,84	2,14	0,07	18,80	0,39	12,94
TEQ dioxines	ng.kg-1	126	0,57	0,46 - 0,68	0,35	0,01	3,88	0,04	1,89
TEQ totale	ng.kg-1	126	3,68	2,96 - 4,41	2,48	0,16	24,14	0,50	11,88
CB153	µg.kg-1	126	16,61	12,79 - 20,43	8,31	0,38	117,22	1,64	67,47
Som. 7CB ind.	µg.kg-1	126	40,19	30,65 - 49,72	19,46	0,81	283,73	3,50	163,30
BDE47	µg.kg-1	126	0,59	0,42 - 0,77	0,27	0,01	7,23	0,03	2,47
Som. PBDE	µg.kg-1	126	0,94	0,66 - 1,22	0,49	0,04	12,87	0,09	3,80
PFOS	µg.kg-1	45	2,43	1,73 - 3,12	1,37	0,52	9,82	0,64	8,45
Hg total	mg.kg-1	61	0,23	0,18 - 0,28	0,18	<	0,83	0,03	0,66
BAR									
Matière grasse (%)		39	1,95	1,55 - 2,35	1,93	0,07	5,23	0,41	4,66
TEQ dioxines	ng.kg-1	39	0,46	0,30 - 0,61	0,32	0,01	1,93	0,04	1,71
TEQ totale	ng.kg-1	39	3,34	2,24 - 4,45	2,70	0,21	18,95	0,51	10,93
CB153	µg.kg-1	39	14,35	7,85 - 20,84	8,38	0,89	117,22	1,65	52,92
Som. 7CB ind.	µg.kg-1	39	35,47	19,25 - 51,69	19,43	2,09	283,73	3,97	146,37
BDE47	µg.kg-1	39	0,51	0,34 - 0,68	0,26	0,05	1,78	0,06	1,78
Som. PBDE	µg.kg-1	39	0,70	0,48 - 0,92	0,38	0,08	2,42	0,09	2,29
PFOS	µg.kg-1	9	4,11	1,80 - 6,43	3,24	0,74	9,82	0,76	9,49
Hg total	mg.kg-1	22	0,23	0,16 - 0,30	0,21	<	0,66	<	0,43
MAQUEREAU									
Matière grasse (%)		31	7,05	4,85 - 9,25	6,28	0,23	18,80	0,32	18,56
TEQ dioxines	ng.kg-1	31	0,78	0,45 - 1,12	0,37	0,10	3,88	0,13	3,14
TEQ totale	ng.kg-1	31	5,32	3,23 - 7,42	2,56	0,54	24,14	0,62	19,77
CB153	µg.kg-1	31	25,33	15,45 - 35,20	12,86	2,08	97,24	2,14	90,52
Som. 7CB ind.	µg.kg-1	31	62,46	37,60 - 87,31	30,46	5,05	251,86	5,71	225,62
BDE47	µg.kg-1	31	1,32	0,70 - 1,95	0,67	0,15	7,23	0,15	5,01
Som. PBDE	µg.kg-1	31	2,18	1,18 - 3,19	1,18	0,27	12,87	0,30	7,10
PFOS	µg.kg-1	21	1,81	1,44 - 2,18	1,67	0,70	3,76	0,74	3,74
Hg total	mg.kg-1	12	0,19	0,15 - 0,24	0,21	0,07	0,28	0,07	0,28
ROUGET-BARBET									
Matière grasse (%)		32	2,96	1,74 - 4,17	1,55	0,14	12,70	0,29	12,23
TEQ dioxines	ng.kg-1	32	0,37	0,20 - 0,55	0,16	0,02	1,98	0,03	1,75
TEQ totale	ng.kg-1	32	2,80	1,30 - 4,30	1,17	0,16	16,24	0,20	16,04
CB153	µg.kg-1	32	14,41	5,89 - 22,92	6,14	0,38	93,77	0,62	86,96
Som. 7CB ind.	µg.kg-1	32	34,14	13,18 - 55,11	12,95	0,81	232,04	1,39	212,68
BDE47	µg.kg-1	32	0,15	0,09 - 0,21	0,07	0,01	0,59	0,02	0,58
Som. PBDE	µg.kg-1	32	0,32	0,21 - 0,44	0,19	0,04	1,07	0,04	1,03
PFOS	µg.kg-1	9	3,07	0,93 - 5,20	1,08	0,55	8,64	0,67	8,84
Hg total	mg.kg-1	14	0,37	0,21 - 0,53	0,24	0,05	0,83	0,05	0,83
SARDINE									
Matière grasse (%)		16	5,54	3,34 - 7,75	4,79	0,39	11,34	0,39	11,34
TEQ dioxines	ng.kg-1	16	0,52	0,41 - 0,63	0,40	0,31	0,92	0,31	0,92
TEQ totale	ng.kg-1	16	3,07	2,50 - 3,64	3,23	1,54	5,01	1,54	5,01
CB153	µg.kg-1	16	13,83	9,96 - 17,71	13,47	4,97	31,62	4,97	31,62
Som. 7CB ind.	µg.kg-1	16	30,43	21,16 - 33,71	28,14	10,22	77,55	10,22	77,55
BDE47	µg.kg-1	16	0,33	0,28 - 0,38	0,36	0,13	0,45	0,13	0,45
Som. PBDE	µg.kg-1	16	0,53	0,43 - 0,64	0,53	0,20	0,88	0,20	0,88
PFOS	µg.kg-1	4	1,25	0,78 - 1,74	1,42	0,52	1,64	0,65	3,53
Hg total	mg.kg-1	5	0,10	0,06 - 0,14	0,08	0,07	0,15	0,07	0,15
LIMANDE									
Matière grasse (%)		8	4,51	2,65 - 6,37	4,34	1,61	7,78	1,61	7,78
TEQ dioxines	ng.kg-1	8	1,16	0,66 - 1,67	1,24	0,50	1,98	0,50	1,98
TEQ totale	ng.kg-1	8	3,78	1,77 - 5,78	3,75	1,13	6,90	1,13	6,90
CB153	µg.kg-1	8	8,23	3,57 - 12,89	7,31	1,79	17,85	1,79	17,85
Som. 7CB ind.	µg.kg-1	8	20,56	8,79 - 32,34	17,58	4,57	44,58	4,57	44,58
BDE47	µg.kg-1	8	0,44	0,15 - 0,72	0,36	0,07	0,99	0,07	0,99
Som. PBDE	µg.kg-1	8	0,61	0,23 - 0,99	0,51	0,11	1,38	0,11	1,38
PFOS	µg.kg-1	2	0,83	0,44 - 1,21	0,63	0,63	1,02	0,63	1,02
Hg total	mg.kg-1	8	0,11	0,06 - 0,17	0,11	0,03	0,22	0,03	0,22

4.3. Les PCB indicateurs dans les poissons (Annexe III A, p. 68)

L'ensemble des résultats de mesure des PCB indicateurs, (PCB 28 (3 atomes de chlore), 52 (4Cl), 101 (5Cl), 118 (5Cl), 138 et 153 (6Cl), 180 (7Cl)) représente un tableau de données assez important (7 colonnes – 126 lignes) et difficilement utilisable. L'ACP (Analyse en Composantes Principales) est une technique de calcul qui permet de réduire cet ensemble de données en une présentation graphique plus facilement accessible (figure 4).

En effet, dans cet exemple chacun des échantillons est décrit par la concentration de chacun des congénères et peut être « imaginé » comme un point dans un espace à 7 dimensions figurées par les vecteurs – congénères (PCB 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180). Une représentation simple de cet espace est impossible. Le calcul de l'ACP établit des nouveaux axes, les composantes principales qui sont des combinaisons des axes initiaux et calculées pour apporter le maximum de toute l'information contenue dans l'ensemble des données. Dans le plan A1-A2 défini par les deux premiers axes plus les points sont proches, plus ils se ressemblent ; pour les échantillons qu'ils représentent cela signifie que les échantillons présentent des compositions voisines.

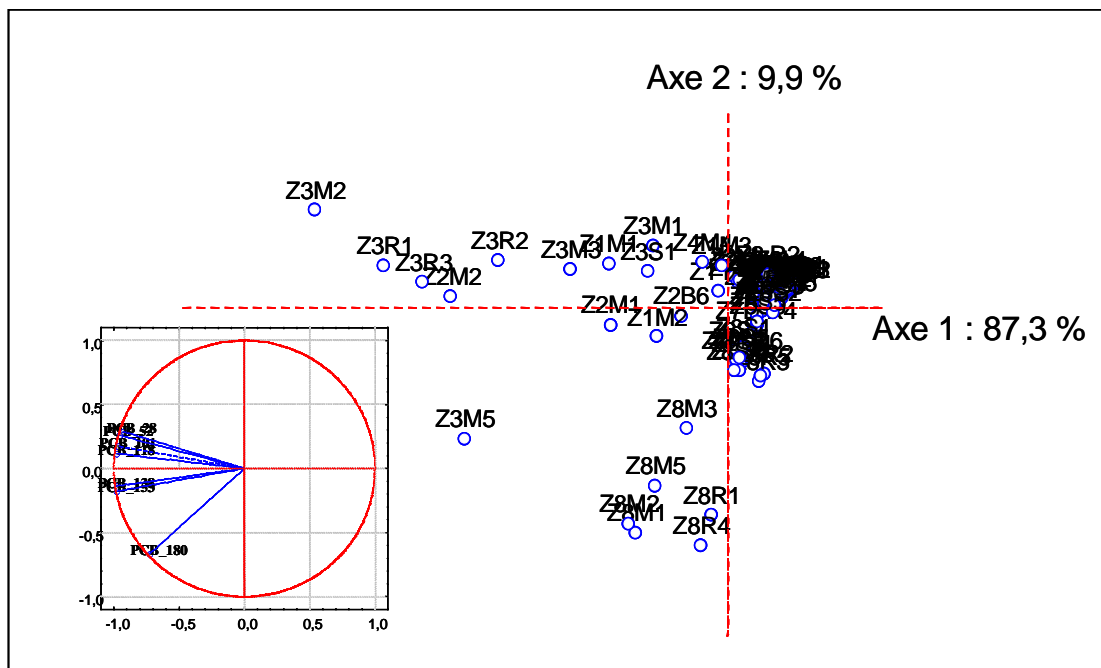


Figure 4 : Résultats de l'ACP réalisée sur PCB indicateurs dans les échantillons de poisson.

Selon cette analyse :

- Les deux premiers axes représentent ensemble 91,2% de la variance totale de l'information.
- Les projections des vecteurs représentant les variables (les congénères de PCB) sont tous regroupés et dirigés dans la même direction. Cet axe 1 est défini par la concentration des contaminants (facteur de taille), c'est l'aspect quantitatif. Plus simplement, les concentrations en PCB dans les échantillons de poissons augmentent quand on va de la droite vers la gauche, ce qui se perçoit dans la distribution des observations, échantillons des zones Z3 plus contaminés que ceux de Z1, Z2 et Z8 et beaucoup plus que ceux des autres zones regroupés à droite du graphe.
- Le second axe, qui représente une très faible proportion de la variance est défini par la distribution relative des congénères, c'est l'aspect qualitatif. Notons que dans ce cas cette distribution s'ordonne selon le nombre d'atomes de chlore dans la molécule. Les échantillons de la zone Z8 (panache du Rhône) sont « tirés » par le PCB180, le plus chloré et plus persistant.

- Ce sont les échantillons des zones Z8 et Z3 les plus éloignés dans le plan A1-A2 de l'ACP (figure 4), ce sont eux qui présentent les empreintes de PCB les plus distinctes. Ces empreintes de PCB représentées (figure 5) pour le maquereau et le rouget barbet. Il apparaît ainsi que les poissons de Méditerranée présentent une proportion des composés les plus chlorés (PCB180) supérieure à ceux de la baie de Seine (Z3) ; pour ces derniers, les composés plus faiblement chlorés (CB28, 52, 101, 118) sont plus représentés, à la fois dans le cas du maquereau et du rouget-barbet de roche.

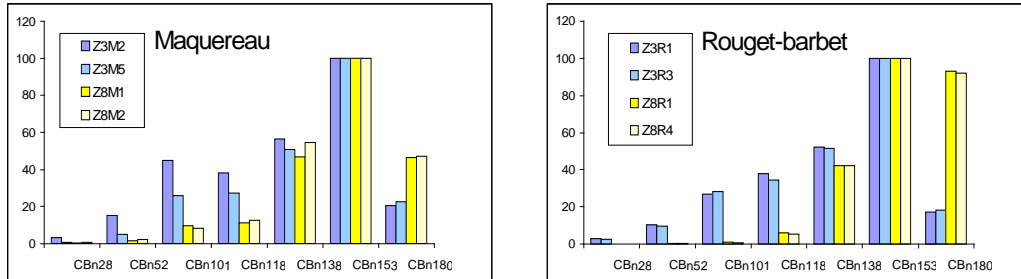


Figure 5 : Comparaison des empreintes des PCB indicateurs dans la chair de maquereaux et de rougets-barbet de roche selon leur provenance, Baie de Seine ou panache du Rhône. (CBn x : concentration du PCB_i normalisée par rapport à celle du PCB153; CBn28 = 100*PCB28/PCB153)

Les bonnes corrélations établies entre les différents congénères de PCB (non représentées dans ce rapport) démontrent que globalement la bioaccumulation des PCB se produit avec conservation de leur empreinte. Ces observations sont habituelles à propos des PCB qui ont une même et unique origine. Cela signifie que le CB153, ou les différents congénères ou leur somme varient de la même façon et que ces grandeurs sont représentatives de la contamination par les PCB. Le PCB153 représente près de 40 % de la somme des 7 PCB indicateurs (figure 6).

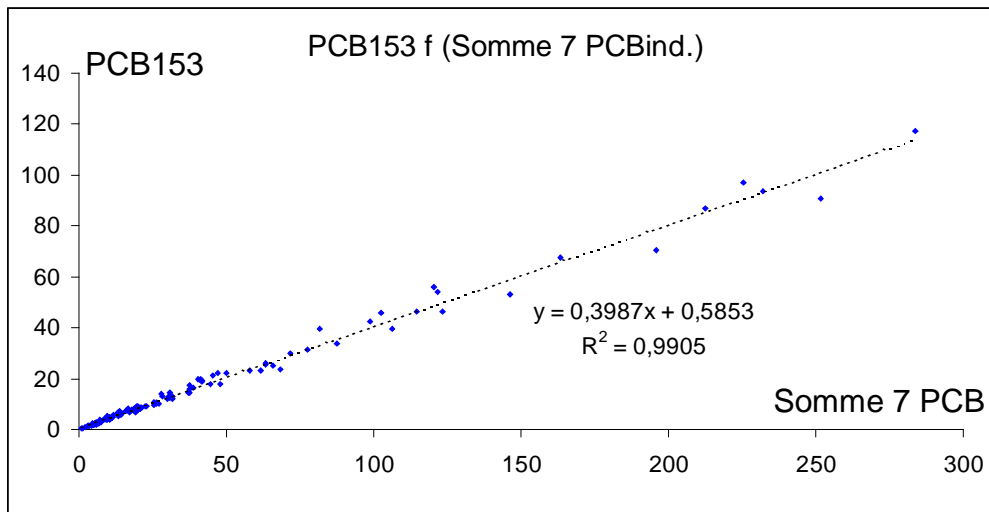


Figure 6 : Corrélations entre les concentrations du PCB153 dans la chair de poisson et la somme des concentrations des 7 PCB indicateurs. (126 couples de mesures ; PCB153 = 0,40 Somme des PCB indicateurs).

Les graphes suivants présentent les variations de contamination par les PCB entre zones de provenance en considérant chacune des quatre espèces, dans le cas du PCB153 (figure 7) et de la somme des 7 PCB indicateurs (figure 8).

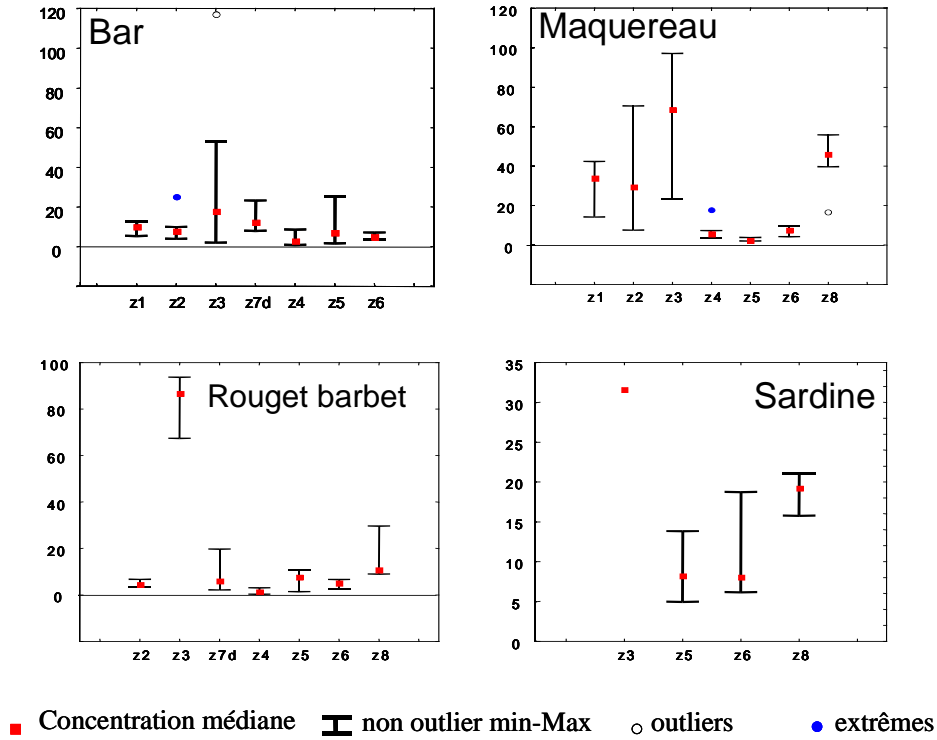


Figure 7 : Comparaison de la contamination par les PCB (PCB153) entre zones en distinguant les espèces. (PCB153 en ng.g^{-1} chair humide).

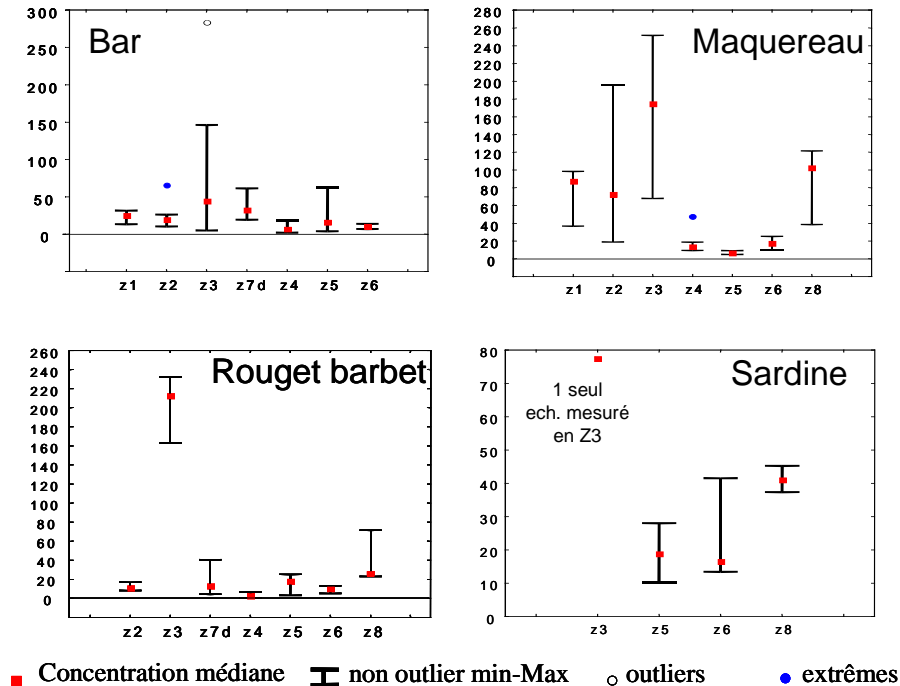


Figure 8 : Comparaison de la contamination par les PCB (Somme des 7PCB indicateurs) entre zones. (Somme des PCB indicateurs en ng.g^{-1} chair humide).

Dans tous les cas, ce sont bien les poissons de la baie de Seine (zone Z3) qui présentent les niveaux de contamination en PCB les plus élevés. Pour les prélèvements des autres zones, les niveaux en PCB sont très comparables d'une zone à l'autre mis à part ceux provenant de la zone de l'influence

du Rhône (zone Z8); les échantillons des zones Z1 et Z2 sont plus contaminés que ceux des zones Z4 (Nord Bretagne) et Z5, Z6 (Golfe de Gascogne) a priori peu exposées à des apports d'origine continentale. Les zones Z1 et Z2 pourraient être influencées par des apports en contaminants de la Seine et de la Somme (panache de la Seine remontant vers le nord le long du Pays de Caux et au delà). Notons que dans les prélèvements de la zone Z7D (zone voisine des zones Z2 et Z3 mais située plus au large en Manche Est) on retrouve des niveaux de contamination très comparables à ceux mesurés dans les zones sous influence océanique (Z4, Z5 et Z6).

Cette dernière observation est en partie confirmée si on considère de nouveau les empreintes de PCB dans les organismes (figure 4). Les figures 9A et 9B illustrent les variations relatives de la contamination des PCB individuels dans le cas des PCB101 (–22'455' penta - chlorobiphényle) potentiellement dégradé et 180 (–22'344'55'hepta - chlorobiphényle) considéré comme très persistant (nombre et positions des atomes de chlore ne permettant pas la dégradation).

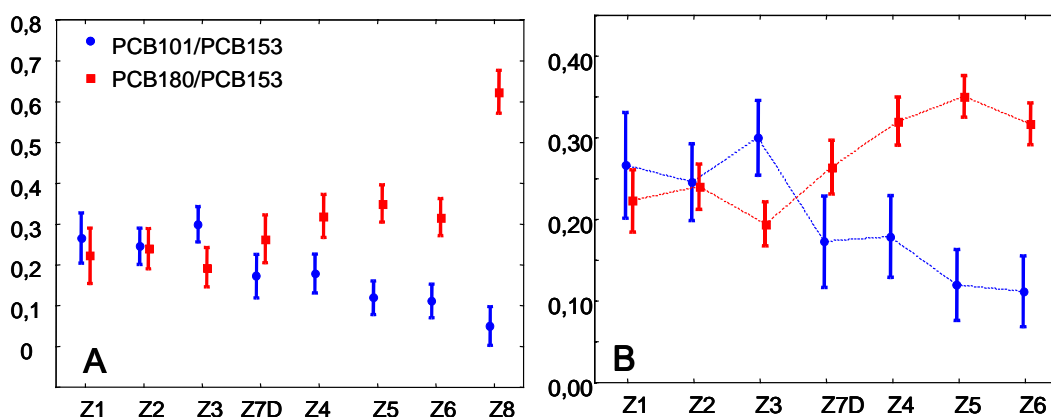


Figure 9 : Variation relative de la contamination de PCB faiblement (PCB101/PCB153) et fortement chlorés (PCB180/PCB153). (fig. 8b, la zone Z8, panache du Rhône, est exclue). Pour ce graphe, les rapports sont calculés par zones toutes les espèces confondues.

Des rapports PCB101/PCB153 et PCB180/PCB153 relativement constants pourraient indiquer des apports relativement récents en PCB, (correspondant à ces apports d'origine continentale de résidus de PCB peu transformés). Au contraire une diminution du rapport PCB101/PCB153 et une augmentation de celui PCB180/PCB153, associées à des concentrations plus faibles en PCB (zones Z7D, Z4, Z5, Z6) témoigneraient d'expositions à des apports de PCB dégradés. C'est globalement ce qui apparaît dans les figures 9. Les rapports PCB101/PCB153 et PCB180/PCB153 varient peu pour les échantillons de poissons en provenance des zones Z3, Z2, et Z1, les plus exposées aux apports de la Seine alors que l'on observe une diminution relative des PCB moins chlorés en faveur de ceux plus chlorés, les plus persistants, lorsque l'on s'en éloigne (Z7D) ou pour les zones sous influence océanique de la Manche (Z4) et du Golfe de Gascogne (zones Z5 et Z6). Toutefois, la zone Z8, au large du delta du Rhône, ne confirme pas ce schéma : en effet des niveaux élevés en PCB y sont mesurés et la proportion du PCB180 est importante dans plusieurs des échantillons de poissons. Bodiguel *et al.*(2008) ont rapporté des niveaux de contamination en PCB dans les merlus du golfe du Lion supérieurs à ceux mesurés dans les spécimens du golfe de Gascogne. Ils ont aussi observé la prédominance du PCB 180 et la moindre importance du PCB101 dans les merlus de Méditerranée (Bodiguel *et al.*,2008). Par contre, les mesures de PCB dans divers organismes appartenant au réseau trophique du merlu du golfe du Lion (Bodiguel, 2008) ne démontrent ni la bioaccumulation préférentielle du PCB180, ni la biotransformation du PCB101. L'hypothèse d'apports en PCB associés au panache du Rhône véhiculés vers le large par des particules très fines apparaît comme une hypothèse vraisemblable qui pourraient expliquer les variations de l'empreinte de PCB dans les poissons de Méditerranée. Pour autant, les données du RNO dans les bivalves, donc peu affectées par les processus de biotransformation, ne le confirment pas, mais cette question mériterait un examen plus approfondi.

4.4. Les dioxines et les PCB-DL

(Annexes III-B, page 71 pour les PCDD ; III-C p.74 pour les PCDF ; III-D p.77 pour les PCB-DL ; III-E p. 80 pour les TEQ)

Les graphes (figure 10) illustrent les variations des teneurs dans la chair des poissons des dioxines et PCB-DL exprimées en TEQ_{PCDD et PCDF} et en TEQ totale (TEQ_{PCDD et PCDF} + TEQ_{PCB-DL}).

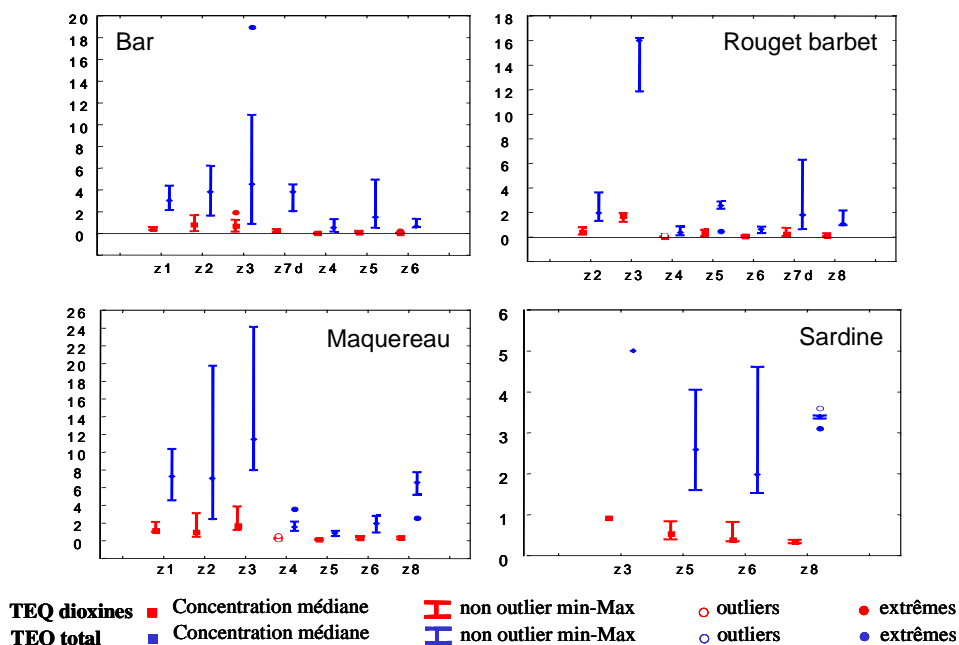


Figure 10 : Comparaison entre zones de la contamination par les PCDD-PCDF (TEQ_{PCDD et PCDF}) et par les PCB apparentés aux dioxines (TEQ total, somme des TEQ_{PCDD et PCDF} + TEQ_{PCB-DL}). (TEQ en pg.g⁻¹ chair humide).

Pour la quantité toxique équivalente des dioxines (PCDD et PCDF), les niveaux de présence dans la chair de poisson sont en moyenne de 0,57 (intervalle de confiance : 0,46-0,68 pg.g⁻¹(p.h.)), la valeur médiane des concentrations est de 0,35 pg.g⁻¹ (p.h.). Sur les 126 mesures, aucune n'atteint 4 pg.g⁻¹ (p.h.), le niveau maximal dans les poissons destinés à la consommation fixé par la réglementation (Règlement CE N° 1881/2006 modifié CE N° 629/2008), et seulement 3 échantillons (2,3% des prélèvements mesurés) présentent des niveaux supérieurs à 3 pg.g⁻¹ la valeur « d'alerte » ; ce sont des maquereaux des zones 3 et 2 qui atteignent de tels niveaux. Les niveaux en TEQ sont à peine plus élevés en Manche-Est (zones Z1, Z2, Z3, et 7D) qu'ailleurs.

En ce qui concerne le TEQ total, (TEQ_{PCDD et PCDF} + TEQ_{PCB-DL}) la quantité toxique équivalente incluant les dioxines (PCDD et PCDF) et les PCB de type dioxine, les niveaux atteints sont bien supérieurs ; ils varient entre 0,16 et 24,1 pg.g⁻¹ (p.h.) ; cette valeur maximale est près de 3 fois supérieure au maximum fixé par la réglementation, TEQ total : 8 pg.g⁻¹ (p.h.) (Règlement CE N° 1881/2006 modifié CE N° 629/2008). Cette teneur maximale admissible est mesurée dans 12 échantillons sur les 126 (10% des mesures) alors que le seuil d'alerte, (6 pg.g⁻¹ (p.h.)) est dépassé dans 21 échantillons sur 126 (16,7%). En moyenne, le TEQ total est de 3,69 pg.g⁻¹ (p.h.). (intervalle de confiance : 2,96 - 4,41) et la valeur médiane se situe à 2,48 pg.g⁻¹(p.h.). Les mesures précédentes sont exprimées en TEQ calculés avec les TEF (facteurs de toxicité équivalente) proposés en 1998 (van den Berg *et al.* 1998). Avec les nouveaux TEF établis plus récemment (van den Berg *et al.* 2006), les TEQ sont légèrement inférieurs, de 15 et 25 % environ selon que l'on considère les dioxines (PCDD et

PCDF) ou les PCB -DL (figure 11). Dans le cas du TEQ total, ces écarts sont bien évidemment dus aux PCB qui contribuent très largement à la quantité toxique équivalente.

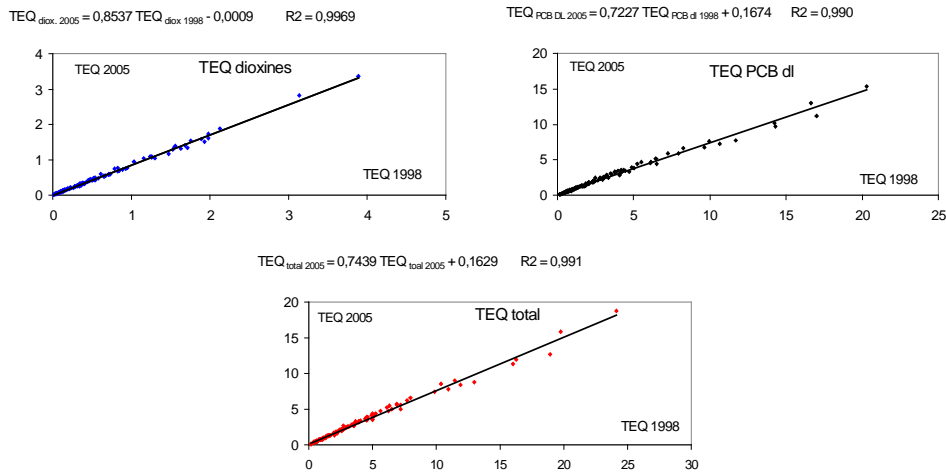


Figure 11 : Comparaison de la contamination en TEQ selon l'échelle des TEF utilisée. (van den Berg *et al.* 1998, 2006).

Compte tenu de possibles modifications des TEF en fonction de nouvelles connaissances de leurs effets et mécanismes d'action, il est important de donner les résultats de mesure en concentrations des différents congénères pour permettre d'éventuels réajustements de ces TEQ. Indépendamment du mode de calcul des TEQ ces premiers constats démontrent l'importance de la contribution des PCB -DL au TEQ total de 83,8 % en moyenne (intervalle de confiance : 82,6 – 85,1).

Empreintes des PCB DL et des dioxines

Les PCB de type dioxine

Comme dans le cas des PCB indicateurs une ACP a été réalisée sur l'ensemble des résultats, soit 12 congénères de PCB de type dioxine dans 126 échantillons (figure 12).

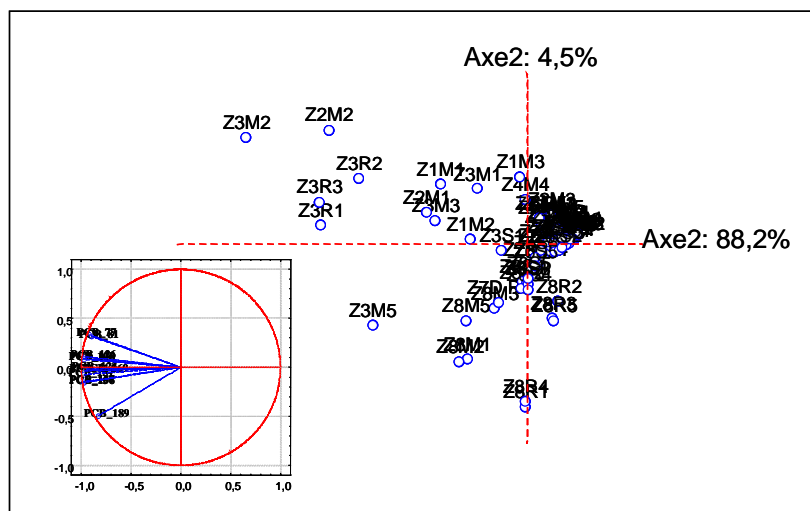


Figure 12 : Résultats de l'ACP réalisée sur les PCB-DL et l'ensemble des échantillons de poissons.

Ici, de nouveau, l'axe 1 (88,2% de la variance) est un facteur de taille et l'axe 2 dépend de la distribution relative des différents congénères. La distribution des échantillons dans le plan des axes 1-2 est très comparable à celle observée dans le cas des PCB indicateurs. Ceci n'est pas inattendu compte tenu de la même origine des toutes ces substances.

L'empreinte des PCB de type dioxine reste sensiblement la même dans tous les prélèvements que ce soit sur la base des concentrations (figure 13) ou de la contribution de chacun des PCB –DL au TEQ_{PCB-DL} (figure 14).

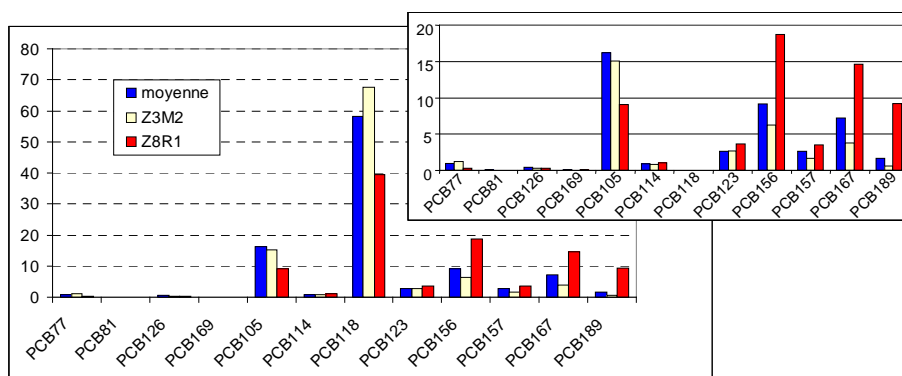


Figure 13 : Empreinte des PCB DL dans les poissons sur la base des concentrations. Les exemples donnés, comparés à l’empreinte moyenne calculée sur la totalité des mesures représentent des empreintes parmi les plus différentes.

En termes de concentrations (figure 13), le composé PCB118 qui appartient aussi au groupe des PCB indicateurs prédomine largement sur l’ensemble des PCB de type dioxine et contribue pour près de 60 - 70 % à la somme des 12 PCB-DL, suivi des congénères 105 et 156 pour 8 à 15 % chacun.

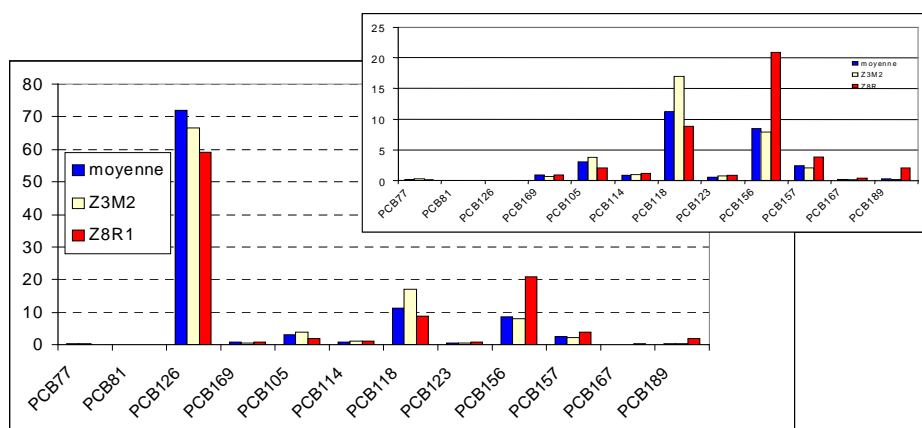


Figure 14 : Empreinte des PCB DL dans les poissons sur la base des contributions au TEQ_{PCB-DL} .

Sur la base de leur contribution à la toxicité équivalente (TEQ_{PCB-DL}), ce sont, dans l'ordre, les composés PCB 126, 118, 156 et 105 qui sont les composés majeurs, apportant respectivement 72, 11, 8 et 3% de la quantité toxique équivalente (figure 14). Les composés non-ortho substitués (composés coplanaires, PCB81, 77, 126 et 169, considérés les plus toxiques et ayant donc des TEF plus élevés) contribuent ensemble pour environ 73 % du TEQ alors que les composés PCB118, 156 et 105, suivis dans la surveillance (RNO-ROCCh) n'y contribuent qu'à hauteur de 23 %.

Des corrélations ont été établies entre d'une part le congénère PCB118, le $TEQ_{PCDD \text{ et } PCDF}$, le TEQ_{PCB-DL} et le TEQ_{total} et d'autre part le PCB 153 représentatif de la contamination par les PCB (figure 15). De telles corrélations ont été observées par d'autres auteurs (Afssa, 2006 ; Bhavsar *et al.* 2008 ; Afssa, 2009 ; Babut *et al.* 2009 ; Cariou *et al.* 2010), et permettraient, en première approximation, une estimation de la TEQ à partir des concentrations des PCB indicateurs plus facilement mesurables par les techniques analytiques conventionnelles. Dans le cas, de valeurs estimées proches des maxima admissibles, ces estimations devraient, bien évidemment être confirmées par les méthodes analytiques de référence.

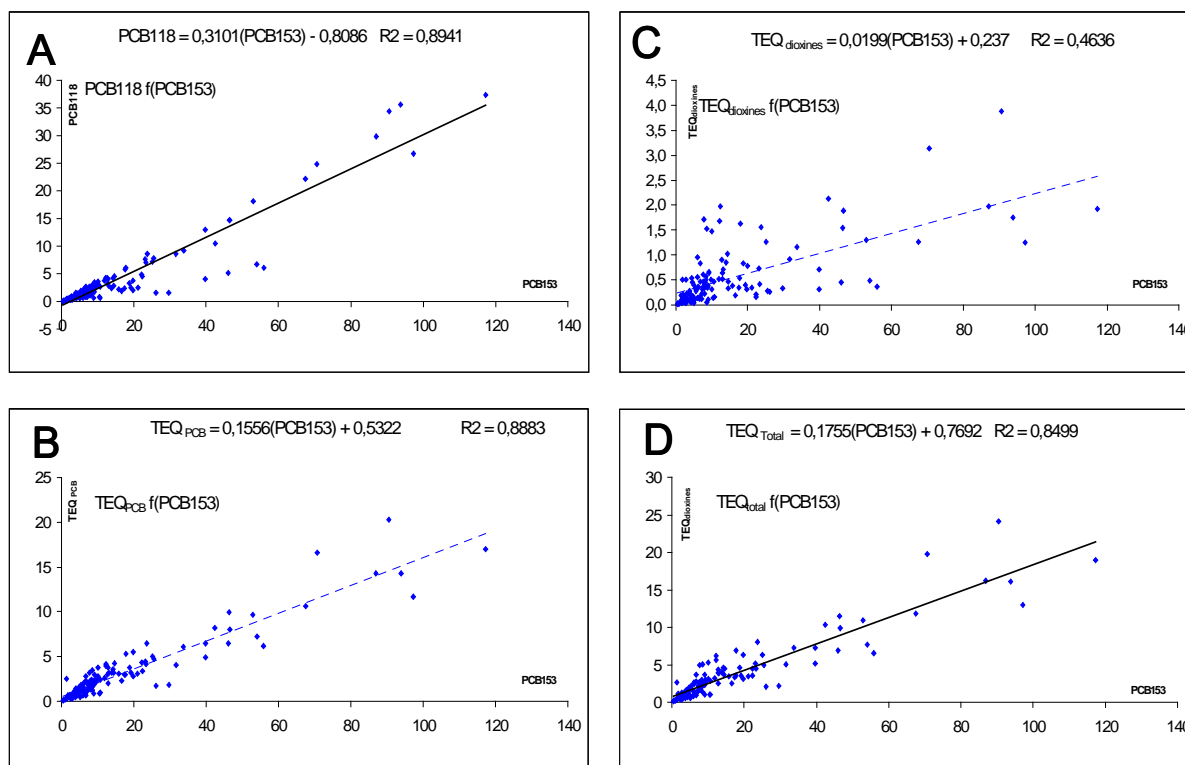


Figure 15 : Corrélations entre PCB indicateurs (PCB153) d'une part et PCB DL (PCB118), TEQ_{PCB-DL} et TEQ_{total} ($TEQ_{PCDD \text{ et } PCDF} + TEQ_{PCB-DL, CDF}$) d'autre part

Le fait que la composition en PCB reste sensiblement constante (figure 4) d'une part et l'importance de la contribution des PCB-DL au TEQ_{total} d'autre part, expliquent les bonnes corrélations observées entre PCB indicateurs comme le PCB 153 avec les autres PCB (figure 15 A) et donc au TEQ_{PCB} (figure 15 B). L'importance de la contribution des PCB DL au TEQ_{total} par rapport à celle des dioxines proprement-dites, explique que la corrélation reste bonne entre PCB et TEQ_{total} (figure 15 D). Ceci n'est plus le cas pour les dioxines (figure 15 C), dont les mécanismes de formation et d'émission dans l'environnement sont beaucoup plus diversifiés, mais toujours liés aux activités industrielles et urbaines.

En effet, à la différence des résidus de PCB, qui ont la même et unique origine et qui se comportent uniformément dans l'environnement, les dioxines résultent à la fois de processus de combustion ou de synthèses chimiques impliquant le chlore. Selon les modes de formation, les empreintes des dioxines émises dans l'environnement peuvent être différentes (Evers *et al.*, 1993). L'interprétation de ces empreintes est encore plus délicate du fait de leur évolution dans l'environnement, et plus encore dans le vivant, en raison de leur possible bio-transformation partielle et sélective par les organismes.

L'analyse en composantes principales a été réalisée pour les dioxines (PCDD) et furanes chlorés (PCDF) (figure 16). La distribution des congénères et des observations dans le plan 1.2, ne

représente que seulement 60 % de la variance, et est plus complexe que celle observée dans le cas des PCB.

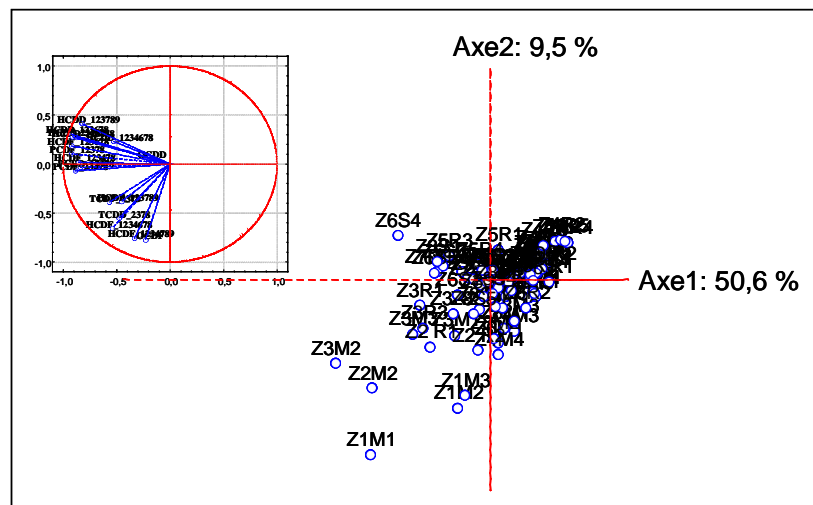


Figure 16 : ACP réalisée dans le cas des dioxines (8 PCDD et 10 PCDF) sur l'ensemble des échantillons de poissons.

La figure 17 présente l'empreinte moyenne des dioxines PCDD et PCDF dans la chair des poissons ainsi que quelques exemples correspondant à des échantillons individuels.

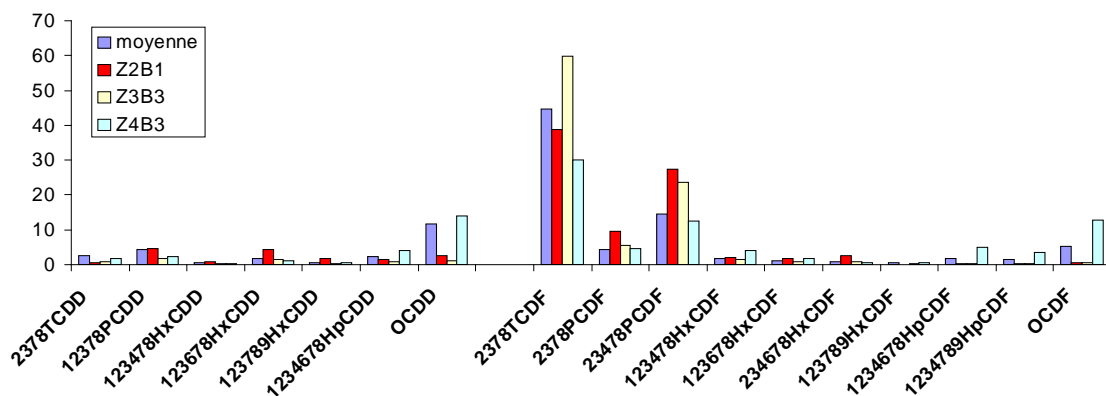


Figure 17 : Empreintes des dioxines dans les poissons sur la base des concentrations.

Ainsi, sur la base des concentrations des différents congénères de PCDD/F il apparaît :

- que les empreintes diffèrent relativement peu entre les différents échantillons de chair de poisson,
- que tous les constituants du groupe des composés substitués en 2378 (7 PCDD et 10 PCDF) sont tous représentés,
- que les PCDF sont plus présents que les PCDD,
- que les composés majoritaires sont dans l'ordre : 2378-TCDF, 23478-PCDF, OCDD, et 23478-PCDF.

Cet ordre diffère si on considère les concentrations exprimées en quantité toxique équivalente. Comme le montrent les empreintes calculées à partir des concentrations pondérées par les facteurs de toxicité équivalente (figure 18), les contributions au TEQ sont par ordre d'importance celles des composés suivants : 23478 - PCDF, 2378 - TCDF, 12378 - PCDD et 2378 - TCDD.

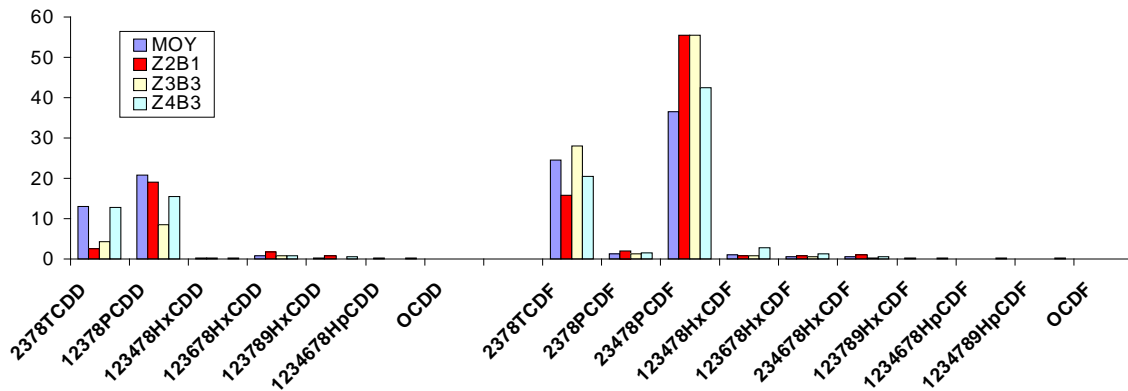


Figure 18 : Empreintes des dioxines (PCDD et PCDF) dans les poissons sur la base des contributions au TEQ_{PCDD et PCDF}.

La contribution de l'ensemble des PCDF à la TEQ_{dioxines} (TEQ_{PCDD+PCDF}) est d'environ 60-70 % (figure 19). On observe une augmentation de l'importance relative des PCDF dans les prélèvements de la zone Z3 (Baie de Seine) qui pourrait être due à la contamination en PCB, sachant que la production de mélanges techniques de PCB s'accompagnait de celle de traces de PCDF ; toutefois on ne retrouve pas cette importance relative des PCDF dans les autres prélèvements de la Manche Est (zones Z1, Z2, Z3, et Z7D).

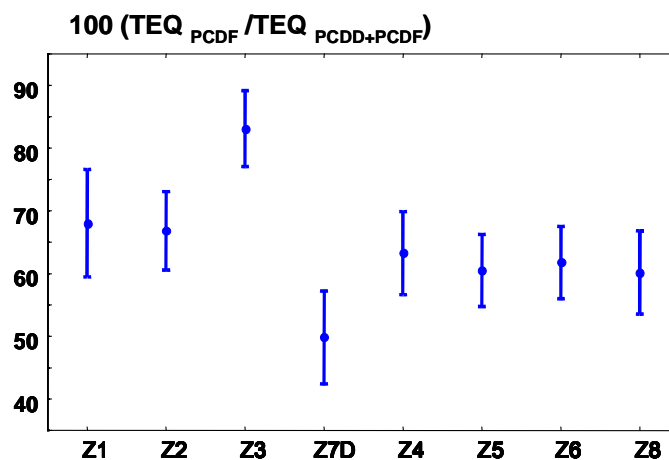


Figure 19 : Variation entre zones de la contribution des PCDF au TEQ_{PCDD+PCDF}.

4.5 Empreintes et niveaux de présence des PBDE

(Annexe III F, p. 83)

Les PBDE (polybromo-diphényle éthers) proviennent de leur utilisation dans les produits ignifugeants utilisés en habitation, ameublement, équipement informatique. Leur présence dans les eaux côtières est d'origine essentiellement urbaine.

L'analyse en composantes principales a été réalisée sur la base des 6 congénères de PBDE dans cette étude (PBDE28, 47, 99, 100, 153, 154, 183) dans les 126 échantillons sans distinction de l'espèce (figure 20). L'ensemble des vecteurs-variables sont dirigés vers une même direction à l'exception du PBDE183, les observations sont bien regroupées dans le plan définis par les deux premiers axes.

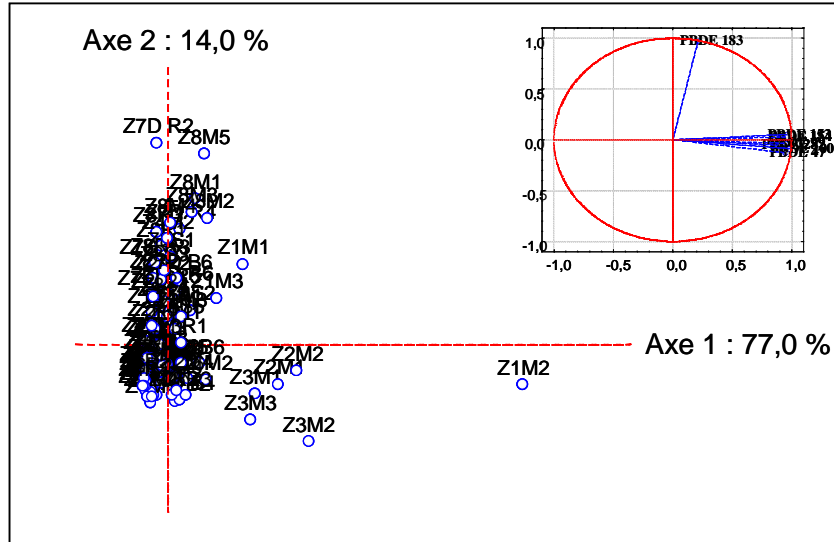


Figure 20 : ACP réalisée dans le cas des PBDE (6 congénères) sur l'ensemble des échantillons de poissons.

La figure 21A présente la distribution relative des PBDE, observée en moyenne sur l'ensemble des échantillons et sur quelques uns des échantillons qui présentent des profils de PBDE quelque peu différents (Z7R2, Z1M1, Z3M2, Z1M2, Z8M5). Ces empreintes sont très voisines, caractérisées par la prédominance du congénère PBDE47, qui contribue en moyenne pour près de 62 % à la somme des PBDE mesurés (figure 21 B). Compte tenu de l'utilisation principalement de mélanges techniques à base de déca-bromo-diphényle-ether (PBDE209, non mesuré dans cette étude) la contamination par les PBDE résulterait de processus de dégradation (débromation) de composés parents très bromés dont les PBDE183, 154, seraient des intermédiaires à 7 et 6 atomes de brome, peu accumulés, le produit persistant étant le PBDE47 (22'44'PBDE).

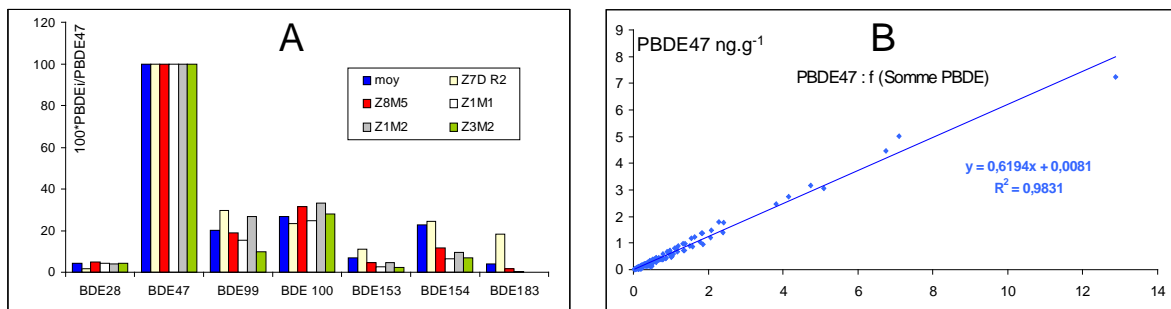


Figure 21 : Empreintes des PBDE dans les poissons (A) et importance relative du PBDE47 (B) (les concentrations sont normalisées par rapport à celles du PBDE47).

Les concentrations en PBDE (figure 21) sont de quelques ng.g^{-1} (p.h.) dans la chair de poisson. Les lots de sardines ne présentent pas d'importantes différences de niveau de contamination, contamination qui reste relativement faible, en dessous du ng.g^{-1} . Les maquereaux présentent des niveaux de contamination par les PBDE sensiblement plus élevés, jusqu'à 8 ng.g^{-1} . La comparaison

entre espèces et zones (figure 22) montre que ces niveaux relativement faibles présentent une variabilité plus importante en Manche orientale (Z1, Z2, Z3 et Z7d) et des niveaux très comparables sur l'ensemble de toutes les différentes autres zones. A la différence de ce qui a été observé dans le cas des PCB, il ne semble pas y avoir une influence marquée des apports de la Seine sur la contamination en PBDE, tout au moins sur les niveaux. Dans les quelques échantillons de limandes, provenant de la Manche, les PBDE sont présents à des niveaux de présence de l'ordre du ng.g^{-1} (PBDE47 : 0,1-1 ng.g^{-1} , somme des PBDE : 0,1-1,4 ng.g^{-1}) ; dans le cas des PBDE le sédiment superficiel n'apparaît pas être une voie de contamination prépondérante.

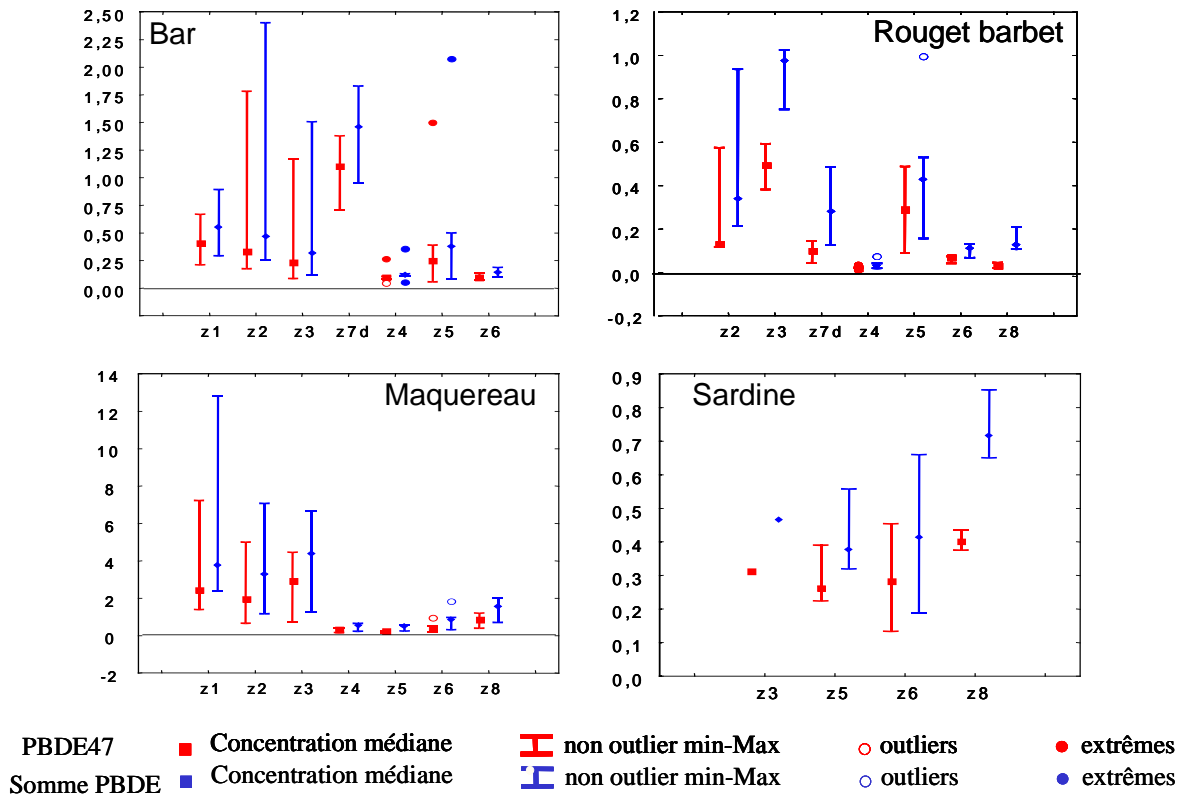


Figure 22 : Comparaison de la contamination en PBDE (PBDE47 et Somme des PBDE).

4.6 Niveaux de présence des PFC, PFOS et PFOA

(Annexe III G, page 86)

Dans le groupe des substances polyfluorées (PFC), 16 substances différentes ont été recherchées dans 45 de ces échantillons, choisis pour couvrir à la fois les différentes espèces et zones. L'ensemble des résultats est donné en annexe (Annexe III.G)

Parmi ces diverses substances, beaucoup ne sont pas détectées ; seul le PFOS (Poly-fluoro octanoïque sulfonate) a pu être quantifié dans tous les échantillons à des concentrations se situant entre 0,5 et 10 $\mu\text{g kg}^{-1}$ poids de chair humide. Le PFOS ont été quantifiés dans 3 échantillons de maquereaux prélevés dans chaque zone permettant la comparaison (figure 23). Les concentrations en PFOS dans le maquereau se situent dans la gamme 1 - 4 ng.g^{-1} les niveaux les plus élevés sont mesurés dans les échantillons de maquereaux provenant de la Manche alors que les prélèvements de zones sous influence océanique (Z4, Z5 et Z6) sont généralement moins contaminés par le PFOS.

Notons encore que des teneurs en PFOS sensiblement plus élevées ont été mesurées dans le cas du rouget barbet.

Pour le PFOA, présents à des niveaux quantifiables dans seulement 4 des 45 échantillons, les concentrations varient entre 0,1 et 0,22 $\mu\text{g kg}^{-1}$; les moyennes et médianes calculées sur les 4 mesures quantifiées sont de 0,18 $\mu\text{g kg}^{-1}$. Pour les autres substances les niveaux sont dans la plupart des cas inférieurs aux seuils de détection (voir Annexe III G).

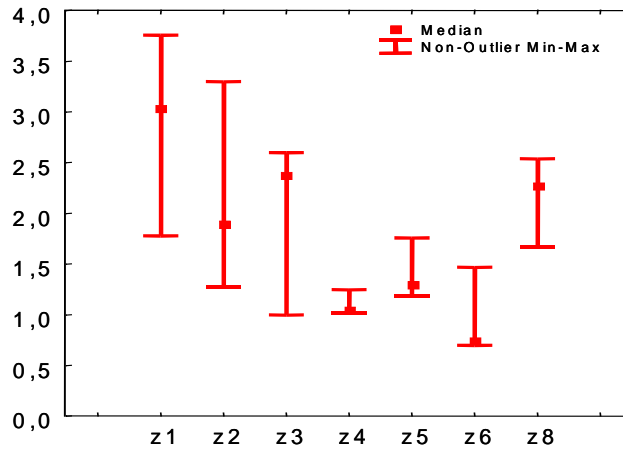


Figure 23 : Comparaison entre zones de la contamination en PFOS des maquereaux.

4.7. Le mercure total

(Annexe III H, page 89)

Les analyses de mercure total (somme des formes minérales et organiques) ont porté sur 61 prélèvements de différentes espèces provenant de diverses zones. Les teneurs varient entre 0,031 et 0,83 mg.kg^{-1} ; moyenne 0,24 (intervalle de confiance à 0,95 : 0,19-0,28); médiane 0,18 mg.kg^{-1} (p.h.). (figure 24).

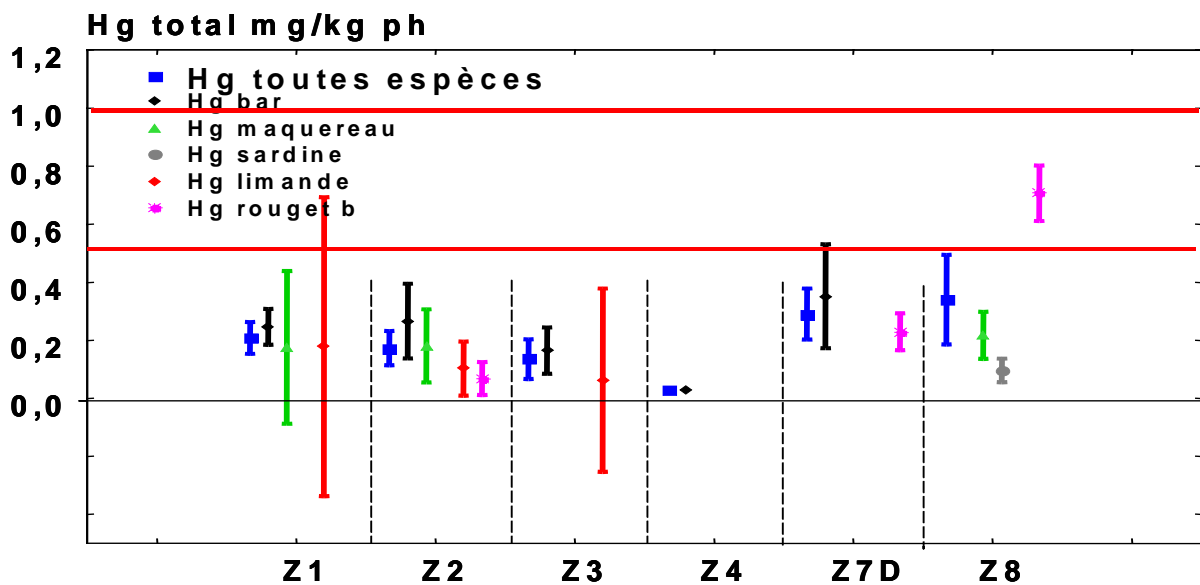


Figure 24 : Contamination en mercure total par zones et par espèces.

Notons que pour le mercure la teneur maximale pour toutes les espèces est fixée à 0,5 mg/kg, à l'exception des grands prédateurs et diverses espèces, spécifiées dans le texte de la réglementation, pour lesquelles les teneurs peuvent se situer entre 0,5 et 1 mg. kg⁻¹ (Règlement CE N° 1881/2006 modifié CE N° 629/2008). Dans cette étude, tous les poissons présentent des niveaux de contamination conforme à la réglementation en vigueur, en dessous du maximum de 0,5 mg. kg⁻¹ à l'exclusion des lots de rougets-barbet de roche de Méditerranée (zone Z8) qui présentent des niveaux homogènes entre 0,7 et 0,85 mg.kg⁻¹ (0,64 ; 0,66 ; 0,83 ; 0,68 ; 0,72) et nettement supérieurs à ceux mesurés dans cette espèce en Manche mais toutefois en dessous du seuil maximum réglementaire fixé à 1 mg/kg de poids frais pour toutes les espèces du genre *Mullus* (règlement CE 1881/2006). Ces résultats sont comparables aux mesures de Harmelin-Vivien M., *et al.* (2009) qui ont rapporté des niveaux en mercure très variables et élevés, entre 0,004 et 1,962 mg. kg⁻¹ (p.h.), dans la chair du rouget barbet de roche de méditerranée occidentale.

5. DISCUSSION GENERALE ET CONCLUSION

Cette étude sur la contamination d'espèces halieutiques a permis d'acquérir de nombreuses données sur la présence de résidus de substances chimiques dans la chair de quatre espèces de poisson reconnues pour leur intérêt commercial et leur large distribution le long des côtes de France, bar, maquereau, rouget barbet ainsi que dans quelques cas sur la limande. Au total 126 échantillons de chair ont été analysés pour divers groupes de contaminants : PCB, dioxines, PBDE, mercure et PFC.

Ces teneurs en contaminants présentent une large variabilité, que ce soit entre espèces ou entre zones. Ainsi pour les quelques grands groupes de substances étudiées on peut mentionner les ordres de grandeur suivants :

- de 0,8 à 284 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ pour la somme des 7 PCB indicateurs (PCB28, 52, 101, 118, 138, 153, 180)
- de 0,01 à 3,9 ng kg^{-1} pour la quantité toxique équivalente (TEQ) des PCDD et PCDF
- de 0,16 à 24,4 ng kg^{-1} pour la quantité toxique équivalente totale (TEQ total; somme des TEQ Dioxines (PCDD et PCDF) et TEQ PCB-DL)
- de 0,04 à 12,8 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ pour la somme des PBDE mesurés (PBDE 28, 47, 99, 100, 153, 154, 183)
- de 0,5 à 9,8 $\mu\text{g kg}^{-1}$ pour le PFOS, seul composé du groupe des polyfluorés qui a pu être quantifié dans tous les prélèvements.

Tous ces ordres de grandeur des concentrations sont rapportés au poids de chair humide. Notons que dans quelques cas, environ de 10 % des échantillons, les concentrations maximales admissibles en dioxines (TEQ total) dans les poissons sont dépassées en raison des niveaux élevés en PCB.

Ces résultats confirment des résultats bien connus sur le caractère chronique et élevé de la contamination chimique de la Baie de Seine, par les PCB (Claisse, 1989) et à un degré moindre par les dioxines et les substances de synthèse (Abarnou et Fraisse, 2002 ; Abarnou et Duchemin, 2009 ; Afssa, 2009 <http://www.afssa.fr/Documents/RCCP2009sa0211.pdf>)

Ces mesures complètent des résultats comparables obtenus essentiellement sur les bivalves dans le cadre de la surveillance du littoral (RNO-ROCCh) et réactualisent des données anciennes obtenues dans divers produits de la pêche⁵ (Cossa *et al.*, 1990 ; Cossa *et al.*, 1992). Ces données sont en accord avec celles rapportées dans l'étude Calipso sur la contamination des produits de la mer réalisée par l'Afssa (Leblanc, 2006). Selon l'étude Calipso, les niveaux moyens en PCB indicateurs sont de 2,6 ng g^{-1} dans la limande, 38 ng g^{-1} dans le bar, 34 ng g^{-1} dans le maquereau, 19 ng g^{-1} dans le rouget et 117 ng g^{-1} dans la sardine ; ceux en TEQ_{dioxines} et TEQ_{total} sont de 0,2 et 0,6 pg.g^{-1} dans la limande, de 0,6 à 3,9 pg.g^{-1} dans le bar, de 0,6 à 2,8 pg.g^{-1} dans le maquereau, de 1,8 et 10,6 pg.g^{-1} dans la sardine, alors que ceux en PBDE sont très comparables et relativement faibles inférieurs à 2,7 ng.g^{-1} . Toute ces teneurs en contaminants dans la chair de poisson sont exprimées par rapport au poids brut (chair humide). Ces moyennes ont été établies sur 3 à 4 échantillons pour chaque espèce. Par ailleurs, l'étude Calipso signale que, globalement, les niveaux de contamination les plus élevés sont mesurés dans les espèces du secteur du Havre, et les plus faibles dans ceux provenant de la région de Toulon.

L'objectif de cette étude concerne le recours aux espèces halieutiques pour décrire la contamination entre zones. La difficulté consiste à s'affranchir des divers facteurs confondant liés à la biologie. Une tentative de comparaison entre zones est présentée dans le tableau 3 basée sur l'hypothèse simplificatrice d'un même mode de vie et d'un comportement identique de l'espèce dans

⁵ Ces données datent de plus de 20 ans, ont été récemment mises sur le site internet Environnement littoral d'Ifremer. <http://www.ifremer.fr/envlit/> Niveaux de concentrations en contaminants chimiques dans les produits de la pêche côtière française atlantique

tous les sites. C'est aussi une hypothèse commune aux programmes de surveillance visant la comparaison géographique de la contamination fondée sur le suivi d'espèces indicatrices. Pour faciliter la comparaison des niveaux de contamination tous les résultats de mesures sont recalculés en les normalisant par rapport aux concentrations désignées « concentration de référence ». Ces concentrations de références, correspondent à la médiane de concentrations pour chaque groupe de contaminants et pour chaque espèce, en prenant en compte pour ce calcul les mesures des prélèvements du Golfe de Gascogne, ensemble des zones Z5 et Z6. Ce choix s'explique par le caractère peu contaminé de la plupart des échantillons de ces zones qui a priori peuvent apparaître comme les zones de référence. De plus il se justifie par le fait que ces deux zones ont pu être échantillonnées complètement (5 échantillons pour chacune des 4 dans les deux zones, conduisant ainsi à des médianes des concentrations calculées sur 10 mesures dans chaque situation). Cette approche permet la comparaison de la contamination chimique entre zones sur la base de niveaux relatifs (tableau 3).

Tableau 3 : Comparaison entre zones des niveaux de la contamination chimique mesurée dans la chair de poisson.

Contaminants	Espèce	Conc. Référence	Z1	Z2	Z3	Z7D	Z4	Z5	Z6	Z8
			Boulogne/Mer	B. de Somme	B. de Seine	Manche Est	Nd Bretagne	Sud Bretagne	La Rochelle	Rhône
Somme PCB indicateurs	Bar	11,8	1,1 - 2,7	0,9 - 5,5	0,4 - 24,0	1,6 - 5,2	0,2 - 1,6	0,3 - 5,3	0,6 - 1,1	
	Maquereau	9,5	3,9 - 10,4	2,0 - 20,7	7,2 - 26,6		1,1 - 5,0	0,5 - 1,0	1,0 - 2,7	4,1 - 12,8
	Rouget b.	11,6		0,7 - 1,5	14,1 - 20	0,4 - 3,5	0,1 - 0,3	0,3 - 2,2	0,5 - 1,1	2,0 - 6,2
	Sardine	19,8			3,9			0,5 - 1,4	0,7 - 2,1	1,9 - 2,3
TEQ dioxines	Bar	0,11	3,0 - 5,9	2,1 - 15,5	1,8 - 17,5	1,4 - 3,7	0,1 - 0,5	0,8 - 2,5	0,3 - 2	
	Maquereau	0,19	5,3 - 11	2,7 - 16,3	6,4 - 20,2		0,9 - 2,8	0,5 - 1,2	0,8 - 2,6	1,0 - 2,5
	Rouget b.	0,23		1,0 - 3,6	5,5 - 8,7	0,6 - 2,1	0,1 - 0,6	0,4 - 2,7	0,2 - 0,7	0,4 - 1,5
	Sardine	0,54			1,7			0,8 - 1,6	0,7 - 1,5	0,6 - 0,7
TEQ Total	Bar	1,1	2,0 - 4,1	1,5 - 5,8	0,8 - 17,4	1,9 - 4,2	0,2 - 1,2	0,5 - 4,6	0,5 - 1,0	
	Maquereau	1,0	4,4 - 10,1	2,4 - 19,2	7,8 - 23,5		1,1 - 3,4	0,5 - 1,1	0,9 - 2,7	2,5 - 7,5
	Rouget b.	1,4		0,9 - 2,6	8,4 - 11,5	0,5 - 4,5	0,1 - 0,6	0,4 - 2,1	0,3 - 0,6	0,7 - 1,5
	Sardine	2,6			1,9			0,6 - 1,6	0,6 - 1,8	1,2 - 1,4
Somme PBDE	Bar	0,20	1,6 - 4,8	1,4 - 12,8	0,6 - 8,1	5,1 - 9,8	0,3 - 1,9	0,4 - 11,1	0,5 - 1,0	
	Maquereau	0,50	4,7 - 25,4	2,3 - 14	2,6 - 13,2		0,5 - 1,1	0,5 - 1,2	0,6 - 3,6	1,4 - 4,0
	Rouget b.	0,29		0,7 - 3,2	2,6 - 3,4	0,4 - 1,7	0,1 - 0,3	0,5 - 3,4	0,2 - 0,5	0,4 - 0,7
	Sardine	0,40			1,2			0,8 - 1,2	0,5 - 1,7	1,6 - 2,1
PFOS	Bar	0,90								
	Maquereau	1,25	1,4 - 3,0	1,0 - 2,7	0,8 - 1,9			1,0 - 1,4	0,6 - 1,2	
	Rouget b.	0,96			5,7 - 8,0		0,8 - 1,0	0,6 - 1,0	1,1 - 1,4	1,3 - 2,0
	Sardine	1,18			1,2			0,4 - 1,4		

Nota :

1. Les valeurs mentionnées dans le tableau correspondent à des niveaux relatifs qui expriment des « unités de base en concentration ». Ainsi par exemple, dans le cas du bar les mesures de PCB indicateurs réalisées en zone 1 conduisent à des niveaux relatifs entre 1,1 et 2,7 fois l'unité de référence correspondant à la médiane calculée sur l'ensemble des 10 mesures sur les bars des zones 5 et 6, (soit 11,8 $\mu\text{g.kg}^{-1}$) ; cela signifie que les niveaux de PCB dans le bar de la zone 1 se situent entre 13 et 32 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ (chair humide).
2. Le code couleur visualisant la gradation de la contamination va du vert clair (niveau relatif <2) au rouge (>10) en passant par les niveaux intermédiaires, orange clair (>1 et <5) et orange foncé (>5 et <10).

Cette tentative de synthèse de l'ensemble des résultats fait clairement apparaître une contamination chimique plus marquée des zones de la Manche. La zone Z3 est de loin la zone la plus contaminée. Cette contamination liée aux apports de la Seine se fait sentir au niveau des zones de la Baie de Somme et du Pas de Calais en possible relation avec l'hydrodynamisme en Manche orientale. La circulation générale résiduelle en Manche entraîne les masses d'eaux vers le Nord tout en "plaquant" les eaux de la Seine à la côte le long du Pays de Caux et plus au Nord. Les prélèvements en zone Z7D située plus au large en Manche Est apparaissent relativement épargnés par la contamination chimique, les niveaux de présence sont moindres que ceux mesurés observés en zones Z1, Z2 et Z3. Cela renforce l'importance de la considération de la référence géographique des

prélèvements, à défaut de pouvoir garantir la sédentarité des espèces collectées. Les zones Z5 et Z6, Golfe de Gascogne et la zone Z4, Nord Bretagne apparaissent comme très peu contaminées : ce constat en accord avec le suivi des bivalves du RNO (figure 25) s'explique par le caractère relativement limité des apports continentaux (peu d'activités urbaines et industrielles, pas de grands fleuves), la dynamique des courants côtiers et le transit de masses d'eaux de l'Atlantique vers la Manche orientale. Par rapport à ces zones, la zone au large du Rhône apparaît intermédiaire entre deux situations d'une part Manche Est (Z1 Z2 et Z3) et d'autre part Manche Ouest et côte Atlantique (Z4, Z5 et Z6).

Cette comparaison entre zones dans le cas des PCB est confirmée par les différents autres groupes de contaminants ; les tendances des mesures des différents groupes de substances vont globalement dans le même sens comme en témoignent les indices de contamination rapportés dans la tableau 3. Il s'agit toutefois d'ordres de grandeur calculés sur un nombre de mesures restreint et entachés d'incertitude importante du fait même de leur mode de calcul (grandeur faible en dénominateur de rapport de grandeurs ; c'est le cas des TEQ et des PBDE).

Enfin, concernant les quatre espèces principales qui ont été suivies, les résultats vont dans le même sens pour le bar, le maquereau, le rouget-barbet de roche ou la sardine. Les quelques mesures réalisées sur la limande, poisson plat benthique, ne font pas apparaître de niveau de contamination particulièrement élevé.

La surveillance RNO (ROCCh) qui fait appel aux mollusques bivalves comme espèce sentinelle est un modèle de la surveillance des eaux littorales. La comparaison (Figure 25) des données obtenues dans le cas des PCB dans les poissons des différentes zones avec celles du RNO pour chacune des secteurs correspondants sur la période 2003-2007, montre une assez bonne correspondance entre ces deux approches de la surveillance.

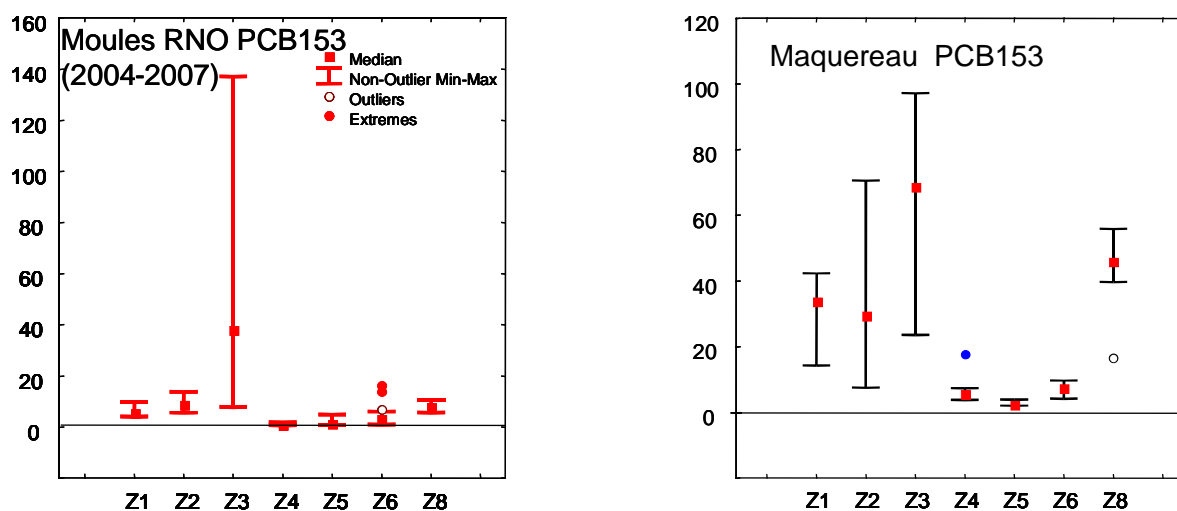


Figure 25 : Comparaison entre les mesures de PCB dans le maquereau les données de la surveillance de type RNO (ROCCh).

Les résultats obtenus montrent que le poisson pourrait être une espèce indicatrice de la qualité des eaux côtières. Le recours au poisson dans les programmes de surveillance est certainement plus délicate à mettre en œuvre et les mesures obtenues restent difficiles à interpréter. Cependant cette hypothèse de travail mérite d'être évaluée, notamment dans la perspective de la mise en place de la Directive Stratégie Marine Européenne.

La variabilité des mesures dans les poissons est en effet importante, en raison de nombreux facteurs agissant sur la bioaccumulation. La stratégie d'échantillonnage peut permettre de réduire en partie cette variabilité, par le choix de l'espèce, la sélection d'une classe de taille, la considération des caractéristiques physiologiques des spécimens et de leurs variabilité (âge, saison) par la période de collecte des poissons, par le nombre d'échantillons (et d'analyses) ou la constitution des échantillons composites. Enfin, selon le type de substances recherchées et l'objectif de la surveillance il peut avoir lieu de considérer les organes ou tissus à analyser : dans le contexte de la surveillance environnementale la chair ne constitue pas toujours la matrice la plus adaptée à toutes les mesures alors que bien évidemment dans un programme à objectif sanitaire c'est la partie consommée qui devra faire l'objet de mesures. Les exemples des éléments traces (Cd, Pb) accumulés dans le foie et aussi de substances comme les PFC dont beaucoup s'accumulent davantage dans le foie ou le sang soulignent cette difficulté de faire coïncider les programmes de surveillance environnementale avec ceux orientés vers le suivi de la sécurité sanitaire.

Les difficultés de prélèvements, leurs coûts et le caractère aléatoire de la pêche rendent plus délicat l'approvisionnement en certaines espèces à des fins scientifiques. Une optimisation de l'effort collectif développé sur le suivi de la contamination des produits de la mer plaide pour une approche conjointe des programmes de suivis environnementaux et sanitaires, tout au moins en ce qui concerne la collecte des échantillons. L'étape suivante, entreprise dans le cadre de la Directive Européenne sur la Stratégie marine prolonge vers le large cet effort sur le contrôle des apports contaminants et le maintien de la qualité des eaux côtières ainsi que celles des ressources exploitées. Dans ce contexte, l'utilisation du poisson comme espèce sentinelle est envisagée. Pour autant les programmes de suivis devront s'appuyer sur une stratégie d'échantillonnage optimisée, notamment en terme de fréquence d'échantillonnage, d'espèces et de matrices suivies. De tels programmes de surveillance pourraient s'avérer rapidement très coûteux, compte tenu de la multiplicité et, peut être même, de la multiplication des paramètres à mesurer, de la diversité des espèces et de l'étendue géographique de l'espace marin à suivre et à protéger. Une nécessaire mutualisation de l'effort à mettre en œuvre, des moyens et des résultats tombe sous le sens. Cette entreprise associerait bien évidemment les scientifiques concernés par la contamination chimique environnementale et ses conséquences sur la qualité des produits de la mer. Les professionnels de la mer apparaissent devoir être les partenaires essentiels d'une telle entreprise. Il apparaît en effet très souhaitable de solliciter un réseau de pêcheurs professionnels qui participeraient, selon des modalités à définir et en suivant des protocoles formalisés, à la collecte des échantillons destinés à ces programmes de surveillance et qui ainsi garantirait à la fois la couverture de l'espace géographique et celle des espèces biologiques à suivre.

6. REFERENCES⁶

- Abarnou A.** - (2009) - Organic contaminants in coastal and estuarine food webs. p 107-134 In: *Environmental assessment of estuarine ecosystems. A case study. Amiard-Triquet C. and Rainbow P.S. CRC Press.*
- Abarnou A., Duchemin J.** - (2008) - Distribution et devenir de contaminants persistants dans les écosystèmes littoraux Comparaison Manche Ouest-Manche Est. *Rapport d'étude AESN-IFREMER* <http://www.ifremer.fr/docelec/doc/2008/rapport-6148.pdf>
- Abarnou A., Fraisse D.** - (2002) - Dioxins and dioxin like PCBs in mussels and fishes from the French coastal waters. *Organohalogen Compounds*, 2002, **56**:469-472).
- Abarnou A., Loizeau V.** - (1994) - La bioaccumulation : l'exemple des PCB. *Océanis* **20**(3): 29-45
- AESN** - (2008) - Guide pratique des substances toxiques dans les eaux douces et littorales du Bassin Seine-Normandie
- AFSSA** - (2007) - Avis de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments relatif à l'établissement de teneurs maximales pertinentes en PCB qui ne sont de type dioxine dans divers aliments. *Afssa, saisine n°2006-SA-0305, 23 oct2007* <http://www.afssa.fr/Documents/RCCP2006sa0305b.pdf>
- AFSSA** - (2009) - Avis de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments relatif à l'interprétation des résultats d'analyses en dioxines et PCB des poissons et mollusques pêchés en baie de Seine *Afssa saisines n° 2009 -SA-0051 et n°2009-SA0211, 23 oct2009*, <http://www.afssa.fr/Documents/RCCP2009sa0211.pdf>
- Alzieu C., Michel P., Thibaud Y.** - (1976) - Présence de micropolluants dans les mollusques littoraux. *Science et Pêche*, **264**: 1-18.
- Babut M., Miège C., Villeneuve B., Abarnou A., Duchemin J., Marchand P., Narbonne J.F.** - (2009) - Correlations between dioxin-like and indicator PCBs: potential consequences for environmental studies involving fish or sediment. *Environmental Pollution*, **157**(12): 3451-3456
- Ballschmiter K.H., Zell M.** - (1980) - Analysis of PCB by glass capillary gas chromatography. *Fresenius Z. Anal. Chem.*, **302**: 20-31
- Berger U., Glynn A., Holmström K. E., Berglund M., Ankarberg E.H., Törnkvist A.** - (2009) - Fish consumption as a source of human exposure to perfluorinated alkyl substances in Sweden – Analysis of edible fish from Lake Vättern and the Baltic Sea. *Chemosphere* (**76**) 799–804
- Bernes C.** - (2009) - Persistent Organic Pollutants. A Swedish view of an international problem. Swedish EPA (ed); 152 p.
- Bhavsar, S.P., Fletcher R., Hayton, A., Reiner E.J., Jackson, D.A.,** - (2008) - Composition of DL-PCBs in fish: an application for risk assessment *Environ. Sci. Technol.* **41**(9): 3096-3102
- Bodiguel X.** - (2008) - Caractérisation et modélisation des processus de bioaccumulation des PCB chez le merlu (*M. merluccius*) du golfe du Lion. *Thèse Univ. Montpellier I*
- Bodiguel X., Tronczyński J., Loizeau V. et al.,** - (2008) - Classical and novel organohalogen compounds (PCBs and PBDEs) in hake (*M. merluccius* L.) from Mediterranean and

⁶ Certaines de ces références sont citées dans les annexes.

Atlantic coasts (France). *Conference Information: 2nd Conference on Environmental Toxicology, Granada, Spain., Environmental Toxicology II*, 110: 157-166

Cariou R., Marchand P., Vénisseau, A., Brosseau A., Bertrand D., El Mostafa Qannari E-M., Antignac J.-P., Le Bizec B. - (2010) - Prediction of the PCDD/F and DL-PCB 2005-WHO-TEQ content based on the contribution of six congeners: Toward a new screening approach for fish samples? *Environmental Pollution* - **158**(3): 941-947

Claisse D., M. Le Moigne, G. Durand et B. Beliaeff - (2006) - Ligne de base : les contaminants chimiques dans les huîtres et les moules du littoral français. *Bull RNO* <http://www.ifremer.fr/envlit/documentation/documents.htm#2>

Claisse D. - (1989) - Chemical contamination of French coast: the results of ten years mussel watch. *Mar.Poll. Bull.* , **20**,523-528

Corsolini S., Guerranti C., Perra G., Focardi S. - (2008) - Polybrominated diphenyl ethers, perfluorinated compounds and chlorinated pesticides in swordfish (*Xiphias gladius*) from the Mediterranean Sea. *Environ. Sci. Technol.*, (**42**)12: 4344-4349

Cossa D., Auger D., Averty B., Luçon M., Masselin P., Noel J.- (1990)- Niveaux de concentration en métaux, métalloïdes et composés organochlorés dans les produits de la pêche côtière française, IFREMER, 1990

Cossa D., Auger D., Averty B., Luçon M., Masselin P., Noel J. - (1992) - Flounder (*Platichthys flesus*) muscle as an indicator of metal and organochlorine contamination of French Atlantic coastal waters. *Ambio*, 21 : 176-182.

Cossa D., Coquery M., Naklé K., Claisse D. - (2002) - Dosage du mercure total du mono-méthyl mercure dans les organismes et les sédiments marins. *Ed. Ifremer*.

Domingo J.L. and Bocio A. - 2007 - Levels of PCDD/PCDFs and PCBs in edible marine species and human intake: a literature review; *Environment International* **33**: 397-405

EFSA, - (2008) - Opinion of the Scientific Panel on Contaminants in the Food chain on Perfluorooctane sulfonate (PFOS), perfluorooctanoic acid (PFOA) and their salts, *The EFSA Journal* (2008), 653, 1-131

Ericson I., Cid R. M., Nadal M., Van Bavel B., Lindström G., Domingo J.L., - (2008) - Human Exposure to Perfluorinated Chemicals through the Diet: Intake of Perfluorinated Compounds in Foods from the Catalan Market. *J. Agric. Food Chem.* **56**, 1787–1794

Evers E.H.G., Klamer H/J.C., Laane R.W.P.M., Govers H.A.J. - (1993) - Polychlorinated dibenzo p dioxin and dibenzofuran residues in estuarine and coastal north sea sediments – Sources and distribution. *Environ. Toxicol. Chem.*, **12**(9): 1583-1598

Guitton J., Dintheer C., Dunn M.R., Morizur Y., Tétard A., - (2003) - Atlas des pêcheries de la Manche. *Ed. Ifremer*, 216 p.

Harmelin-Vivien M., Cossa D., Crochet S., Bănaru D., Letourneur Y., Mellon-Duval C. - (2009) - Difference of mercury bioaccumulation in red mullets from the north-western Mediterranean and Black seas. *Mar. Pollut. Bull.* **58** :679–685

Hart K., Kannan K., Tao. L. et al. - (2008) - Skipjack tuna as a bioindicator of contamination by perfluorinated compounds in the oceans. *Sc. of total Environ.* **403**(1-3): 215-221

- Hites R.** - (2004) - Polybrominated diphenyl ethers in the environment and in people: a meta analysis of concentrations. *Environ. Sci. Technol.* **38**(4): 945-956
- Inserm** - (2000) - Expertise collective. Dioxines dans l'environnement. Quels risques pour la santé ? Ed. Inserm, 406p.
- Johansson I., I., Moisan, K., Guiot, N., Truquet, I., Munsch, C., Tronczyński, J.** - (2006) - Polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) in mussels from selected French coastal sites: 1981–2003. *Chemosphere* ,**64**(2): 296-305
- Karl H., Bladt A., Rottler H., Ludwigs R., Mathar W.** - **2010** - Temporal trends of PCDD, PCDF, and PCB levels in muscle meat of herring from different fishing grounds of the Baltic Sea and actual data of different fish species from the Western Baltic sea. *Chemosphere* **78**:106-112
- Kojadinovic J., Potier M., Le Corre M., Cosson R.P., Bustamante P.** - (2007) - Bioaccumulation of trace elements in pelagic fish from western Indian Ocean. *Environ. Pollut.* **146**: 548-566
- Law R.J., Hertzke D., Harrad S., Morris S., Bersuder P., Allchin C.R.** - (2008) - Levels and trends of HBCD and BFRs in the European and Asian environments, with some information for other BFRs. *Chemosphere*, **73**: 223-241
- Leblanc J.C.** (Coordonnateur) - (2006) - **CALIPSO : Etude des Consommations Alimentaires de produits de la mer et Imprégnation aux éléments traces, Polluants et Oméga 3.** Afssa-DGAL-Inra, 160p
- Loizeau V., Abarnou A.** - (1994) - Distribution of PCBs in dab (*Limanda limanda*) from the Baie de Seine (Eastern English Channel). *Mar. Environ. Res.*, **38**(2):77-91
- Loizeau, V. Abarnou, A. Menesguen, A.** - (2001) - A steady-state model of PCB bioaccumulation in the seabass (*Dicentrarchus labrax*) food web from the Seine estuary, France. *Estuaries*, **24**(6B), 1074-1087
- Mortimer D.N., Gelm M., Clarke D.B., Lloyd A.S., Hird S.** - (2009) - PFOS, PFOA and other fluorinated organic chemicals in food in *Dioxin2009*
- Munsch C, Guiot N., Héas-Moisan K., Tixier C., Tronczyński J.** - 2008 - Polychlorinated dibenzo-*p*-dioxins and dibenzofurans (PCDD/Fs) in marine mussels from French coasts: Levels, patterns and temporal trends from 1981 to 2005. *Chemosphere* **73**: 945–953
- Nakatya H., Kannan K., Nasu T., Cho H.S., Sinclair E., Takemura A.** - (2009) - Perfluorinated contaminants in sediments and aquatic organisms collected from shallow water and tidal flat areas of the Ariake Sea, Japan: environmental fate of perfluorooctane sulfonate in aquatic ecosystems. *Environ. Sci. Technol.*, **40**(16) 4916-4921
- Nania V., Pellegrini G.E., Fabrizi L., Sesta G., De Sanctis P., Lucchetti D., Di Pasquale M., Coni E.** - (2009) - Monitoring of perfluorinated compounds in edible fish from the Mediterranean Sea. *Food Chemistry*, **115**: 951-957
- Noren K., Meironyte D.** - (2000) - Certain organochlorine and organobromine contaminants in Swedish human milk in perspective of past 20-30 years. *Chemosphere* **40**: 1111-1123
- O' Connor T. P., Lauenstein G. G.** - (2006) - Trends in chemical concentrations in mussels and oysters collected along the US coast: Update to 2003. *Mar. Environ. Res.* **62**: 261-285

- Pandelova M., Henkelmann, B., Roots O., Simm M., Järv L., Benfenati E., Schramm K.-W.** - 2008 - Levels of PCDD/F and dioxin like PCB in Baltic fish of different age and gender. *Chemosphere*, **71**: 369-378
- Phillips D.J.H.**, - (1980) - Quantitative aquatic biological indicators. *Applied Sc Pub*, 488p
- Ramu K., Kajiwara N., Sudaryanto A., et al.** - (2007) - Asian mussel watch program: contamination status of polybrominated diphenyl ethers and organochlorines in coastal waters of Asian countries. *Environ. Sci. Technol.* **41**(13):4580-4586
- Règlement (CE) No 629/2008** de la Commission du 2 juillet 2008 modifiant le règlement (CE) no 1881/2006 portant fixation de teneurs maximales pour certains contaminants dans les denrées alimentaires <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:173:0006:0009:FR:PDF>
- Schecter A, Colacino J, Haffner D, Patel K, Opel M, et al.** – 2010 - Perfluorinated compounds, polychlorinated biphenyls, and organochlorine pesticide contamination in Composite Food Samples from Dallas, Texas, USA. *Environ. Health Perspect.* **118**(6): 796-802
- Schuetze A., Thomas Heberer T., Effkemann S., Juergensen S.** - (2010) - Occurrence and assessment of perfluorinated chemicals in wild fish from Northern Germany. *Chemosphere* **78** 647–652
- Sellstrom U., A. Bignert, A. Kierkegaard, L. Haggberg, C.A. de Wit, M. Olsson and B. Jansson,** (2003) - Temporal trend studies on tetra- and pentabrominated diphenyl ethers and hexabromocyclododecane in guillemot egg from the Baltic Sea, *Environ. Sci. Technol.* **37**(24): 5496-5501
- Shen H., Yu C; Ying Y., Zhao Y., Wu Y., Han J., and Xu Q.** Levels and congener profiles of PCDD/Fs, PCBs and PBDEs in seafood from China. X. – 2009 – *Chemosphere* **77**(9): 1206-1211
- Ueno D., Kajiwara N., Tanaka H. et al.** - (2004) - Global pollution monitoring of PBDEs using skipjack tuna as a bioindicator. *Environ. Sci. Technol.* (**38**)8: 2312-2316
- Ueno D., Takahashi S., Tanaka H. et al.** - (2003) - Global pollution monitoring of PCBs and organochlorine pesticides using skipjack tuna as a bioindicator. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* **45**(3): 378-389
- Ueno D., Watanabe M., Subramanian A.L. et al.** - (2005) - Global pollution monitoring of PCDDs, PCDFs and coplanar PCBs using skipjack tuna as a bioindicator. *Environ. Pollut.* **136**(2): 303-313
- Van den Berg, M., Birnbaum, L., Bosveld, A. T., Brunstrom, B., Cook, P., Feeley, M., Giesy, J. P., Hanberg, A., Hasegawa, R., Kennedy, S. W., et al.** - (1998) - Toxic equivalency factors (TEFs) for PCBs, PCDDs, PCDFs for humans and wildlife. *Environ. Health Perspect.*, **106**, 775–792.
- Van den Berg M., Birnbaum L.S., Denison M., De Vito M., Farland W., Feeley M., Fiedler H., Hakansson H., Hanberg A., Haws L., Rose M., Safe S., Schrenk D., Tohyama C., Tritscher A., Tuomisto J., Tysklind M., Walker N., Peterson R.E.** - (2006) - The 2005 World Health Organization reevaluation of human and mammalian Toxic Equivalency Factors for dioxins and Dioxin-Like Compounds, *Toxicological Sciences*, **93**(2) 223-241
- Van der Oost R., Beyer J., Vermeulen N.P.E.** - (2003).- Review article: Fish bioaccumulation and biomarkers in environmental risk assessment. *Environ. Toxicol. Pharmacol.*, **13**: 57-149

7 ANNEXES

ANNEXE I : Les contaminants suivis dans l'étude

Annexe I A Les PCB (Polychlorobiphényles)

Annexe I B - Les dioxines (PCDD-PCDF) et les PCB apparentés aux dioxines (PCB-DL).

Annexe I C - Les PBDE (Polybromo-diphényles éthers)

Annexe I D - Les PFC composés polyfluorés (Polyfluorinated compounds, PFCs)

ANNEXE II : Tableaux des caractéristiques prélèvements

ANNEXE III : Résultats des mesures de contaminants dans la chair de poissons prélevés en différentes zones des côtes de France

Annexe III A : PCB indicateurs en ng.g^{-1} ($\mu\text{g.kg}^{-1}$) de chair humide

Annexe III B : PCDD (poly chloro dibenzo-p- dioxines) en pg g^{-1} (ng.kg^{-1}) de chair humide

Annexe III C : PCDF (poly chloro dibenzofuranes) en pg g^{-1} (ng.kg^{-1}) de chair humide

Annexe III D : PCB de type dioxine en pg.g^{-1} (ng.kg^{-1}) de chair humide

Annexe III E : TEQ pour les dioxines (PCDD et PCDF) et les PCB de type dioxine et TEQ total
 pg g^{-1} (ng.kg^{-1}) de chair humide

Annexe III F : PBDE en ng g^{-1} ($\mu\text{g.kg}^{-1}$) de chair humide

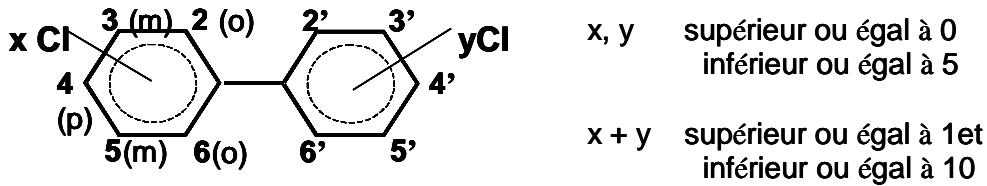
Annexe III G : Composés polyfluorés (PFC) en ng g^{-1} ($\mu\text{g.kg}^{-1}$) de chair humide

Annexe III H : Mercure total en $\mu\text{g g}^{-1}$ (mg.kg^{-1}) de chair humide

ANNEXE I A - Les PCB (Polychlorobiphényles)

Les polychlorobiphényles (PCB) ont été largement utilisés sous forme de mélanges techniques (Aroclor, Phénochlor) comme isolants thermiques dans les transformateurs électriques notamment. Leur utilisation a été très réglementée, restreinte aux systèmes clos à partir de 1975 et finalement leur production a été arrêtée, en 1987 en France.

La synthèse des PCB conduit théoriquement à 209 composés distincts, les congénères de PCB, qui se distinguent par le nombre et la position des atomes de chlore sur la molécule.



209 congénères

Structure chimique des PCB

Les PCB, font partie des POP (Polluants Organiques Persistants) et sont caractéristiques de composés persistants, hydrophobes et bioaccumulables. Ils sont présents à l'état de traces dans l'eau, de l'ordre de la dizaine de pg par m³ dans les eaux du large et atteignent des concentrations de quelques mg par kg⁻¹ dans le lard des mammifères marins. Dans le cadre du RNO, les concentrations dans les bivalves, huîtres et moules, varient de quelques µg.kg⁻¹ à plusieurs centaines de µg.kg⁻¹ ; les niveaux les plus élevés sur l'ensemble du littoral sont mesurés dans les mollusques prélevés à proximité de l'estuaire de la Seine.

Ces différents constituants sont désignés selon la nomenclature usuelle par un numéro, de CB1 (2-mono-chlorobiphényle) à CB209 (décachlorobiphényle). L'analyse détaillée des différents congénères de PCB par chromatographie en phase gazeuse à haute résolution permet l'étude de leur distribution dans les organismes. Le CB153, 2,2',4,4',5,5'-hexa-chlorobiphényle, est très souvent le composé le plus abondant dans les matrices biologiques. C'est un composé très persistant, souvent considéré comme modèle de composés bioaccumulés et biomagnifiés. Les composés dénommés "PCB indicateurs ou PCB marqueurs" sont ceux qui sont suivis systématiquement dans le cadre de programmes de surveillance ; ce sont les composés CB28, 52, 101, 118, 138, 153, et 180.

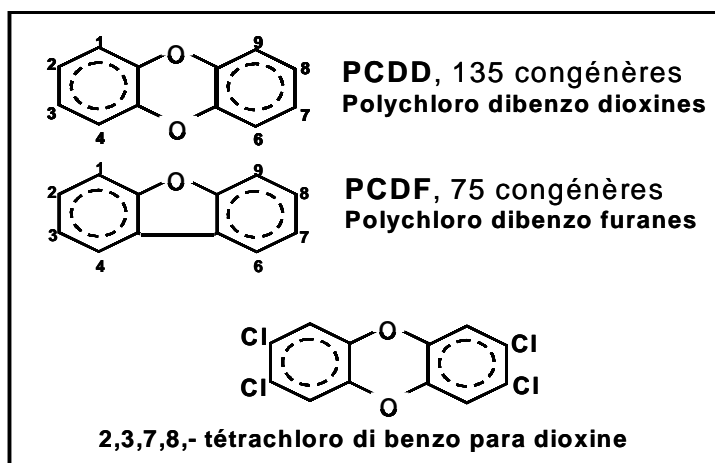
L'exposition chronique aux PCB peut être à l'origine de divers dysfonctionnements observés en laboratoire : hypertrophie hépatique, effets cancérigènes, chloro-acné, altérations des fonctions reproductrices. Certains de leurs mécanismes de toxicité sont semblables à ceux des dioxines et des facteurs de toxicité en équivalent toxicité dioxine (2378-TCDD) ont été attribués aux congénères les plus toxiques, ceux qui ne sont pas substitués en positions ortho et à certains des composés mono-ortho substitués : ce sont les PCB apparentés aux dioxines ou "dioxin-like PCBs" (PCB-DL). L'absence de substitutions en positions ortho (positions 2, 2', 6 ou 6'), de la liaison entre les deux cycles permet des configurations coplanaires, très comparables à celle de la 2378-TCDD expliquant la grande similitude des mécanismes de toxicité de ces PCB-DL avec les composés du groupe des PCDD et PCDF substitués en 2378 comme la 2378-TCDD. (voir l'encart suivant consacré aux dioxines PCDD et PCDF).

Les PCB non apparentés aux dioxines présentent d'autres mécanismes de toxicité qui sont aussi pris en compte dans la gestion du risque PCB.

ANNEXE I B – Les dioxines (PCDD-PCDF) et les PCB apparentés aux dioxines (PCB-DL; dioxin-like PCB).

Nature et origine

Le terme dioxines désigne les composés des groupes des PCDD (polychloro dibenzo-para-dioxines) et des PCDF (polychloro-dibenzofuranes). Ce sont des substances organo-chlorées, constituées de deux cycles benzéniques chlorés et liés par un (furanes) ou deux atomes d'oxygène (dioxines).



Structure chimique des PCDD et des PCDF

Les dioxines sont des sous-produits indésirables de réactions chimiques impliquant le chlore ou de processus de combustion. Parmi les procédés chimiques pouvant donner lieu à la formation de PCDD et de PCDF figurent la production de dérivés chloro-aromatiques (PCB, chlorophénols, acides chloro-phénoxy acétiques), le blanchiment au chlore des pâtes à papier, l'électro-chloration, la métallurgie. Actuellement ce sont les processus de combustion comme les échappements de véhicules automobiles, le recyclage des métaux et tout particulièrement l'incinération des déchets urbains qui représenteraient la principale source d'émission de dioxines dans l'environnement. Les quantités émises ont bien diminué ces vingt dernières années, de l'ordre de quelques centaines de grammes à l'échelle de la France.

Devenir et effets des dioxines dans l'environnement

Leur présence dans l'environnement au niveau du pg/g, est préoccupante en raison de leur persistance, de leur capacité à être bioaccumulées et de leurs propriétés toxiques. Les dioxines, comme les PCB et les POP présentent les caractéristiques physico-chimiques des polluants hydrophobes et persistants, potentiellement bioaccumulables. Leur coefficient de partage octanol-eau varie dans une large gamme ($\log K_{ow}$: 6,4 - 8) selon le nombre et la position des atomes de chlore dans la molécule.

Toxicité des dioxines et furanes polychlorés (INSERM, 2000)

La toxicité de ces composés se traduit par divers symptômes : effets cutanés, atteintes hépatiques, altération de la fonction immunitaire, atteinte à la fonction de reproduction. Les effets de ces substances vis-à-vis des organismes aquatiques et marins aux concentrations rencontrées dans l'environnement, sont assez mal connues. La plupart des travaux, plus fréquents sur la 2378 TCDD,

concerne les petits rongeurs de laboratoire : la dioxine (TCDD) est l'un des composés chimiques les plus toxiques, les doses létales (DL_{50}) variant de façon considérable selon les espèces animales. Elles s'échelonnent ainsi de 0,0006 mg/kg (poids corporel) chez le cobaye à 3 mg/kg (p.c.) chez le hamster. D'autre part la 2,3,7,8-TCDD a été reconnue en 1997 comme cancérigène pour l'homme par le Centre International de Recherche sur le Cancer. Les 17 congénères toxiques qui possèdent, comme la 2,3,7,8-TCDD, un minimum de quatre atomes de chlore aux positions -2,3,7,8 présentent les mêmes mécanismes de toxicité.

La toxicité équivalente dioxine ou TEQ

Afin de pouvoir caractériser la charge toxique liée aux dioxines, un indicateur a été accepté au niveau international, c'est la TEQ ou Quantité **toxique équivalente en dioxine**, (au singulier ici, c'est la 2,3,7,8 -TCDD le composé auquel on se réfère) basée sur l'activation de systèmes enzymatiques spécifiques du mécanisme de toxicité de la 2,3,7,8 -TCDD et de ses analogues structuraux. A chaque congénère est ainsi attribué un coefficient de toxicité (I-TEF = International Toxic Equivalent Factor) établi par comparaison de l'activité du composé considéré à celle de la 2,3,7,8-TCDD. Dans un échantillon, la quantité toxique équivalente (TEQ) se calcule en sommant les concentrations des 17 composés les plus toxiques, pondérées par leurs facteurs respectifs de toxicité équivalente ($TEQ = \sum c_i \times TEF_i$).

Facteurs de toxicité équivalente (TEF : toxicity equivalent factors) pour les dioxines (PCDD et PCDF) et les PCB apparentés aux dioxines (van den Berg *et al.*, 1998; van den Berg *et al.*, 2006)

PCDD			PCDF			PCB		
	TEF 1998	TEF 2006		TEF 1998	TEF 2006	TEF 1998	TEF 2006	
			2378-TCDF	0,1	0,1	PCB non ortho		
2378-TCDD	1	1				CB77	0,0001	0,0001
			12378-PeCDF	0,05	0,03	CB81	0,0001	0,0003
12378-PeCDD	1	1	23478-PeCDF	0,5	0,3	CB126	0,1	0,1
						CB169	0,01	0,03
123478-HxCDD	0,1	0,1	123478-HxCDF	0,1	0,1	PCB non ortho		
123789-HxCDD	0,1	0,1	123789-HxCDF	0,1	0,1	CB105	0,0001	0,00003
123678-HxCDD	0,1	0,1	123678-HxCDF	0,1	0,1	CB114	0,0005	0,00003
			234678-HxCDF	0,1	0,1	CB118	0,0001	0,00003
1234678-HpCDD	0,01	0,01				CB123	0,0001	0,00003
			1234678-HpCDF	0,01	0,01	CB156	0,0005	0,00003
OCDD	0,0001	0,0003	1234789-HpCDF	0,01	0,01	CB157	0,0005	0,00003
						CB167	0,00001	0,00003
			OCDF	0,0001	0,0003	CB189	0,0001	0,00003

Du fait de leurs similarités structurales, molécule plane ou proche du plan, certains congénères de PCB qui ne possèdent pas d'atomes de chlore en position ortho et aussi quelques-uns des constituants mono-chloro substitués, présentent les mêmes mécanismes de toxicité que la 2,3,7,8 -TCDD; pour cette raison, il leur a été attribué des facteurs d'équivalence toxicité dioxine.

Les facteurs de toxicité équivalente (TEF) ont été réévalués en 2005 ; les nouvelles valeurs (TEF OMS₂₀₀₆), inférieures aux précédentes dans le cas des PCB, sont indiquées dans le tableau précédent mais il s'avère que les publications récentes font encore la plupart du temps référence aux TEF définis en 1998.

Notons que les PCB de type dioxine possèdent des facteurs de toxicité nettement inférieurs à ceux des dix-sept dioxines et furanes substituées aux positions 2,3,7,8, mais qu'ils contribuent de façon très importante à la quantité totale dioxine en équivalent toxique ($Total\ TEQ = TEQ_{PCDD} +$

TEQ_{PCDF} + TEQ_{PCB-DL}) au TEQ parce qu'ils sont présents à des niveaux supérieurs de plusieurs ordres de grandeur à ceux des PCDD et PCDF.

PCB: niveaux dans divers compartiments de l'environnement et normes

Quelques niveaux pour le PCB153 mesurés dans les organismes littoraux

Mollusques (synthèse RNO, Claisse, 2006)

Moules

Manche et Atlantique 3,9 (0,03 - 99) ng/g p.h. *Mytilus edulis*

Méditerranée 0,18 (0,04 - 2) *Mytilus spp.*

Huîtres

Manche et Atlantique 3,74 (0,3 - 118,6) *Crassostrea gigas*

Antilles 0,28 (0,04 - 3,0) *Isogoneumon alatus*

0,17 (0,10 - 2,9) *Crassostrea rhizophora*

Crustacés (AESN, 2008 ; Bodin, 2005)

Crabe tourteau, araignée Baie de Seine 2,8 - 5,4 ng/g p.h.

Le Conquet (Ouest-Bretagne) 0,4

Poissons marins (Abarnou et Duchemin, 2009)

Bar, plie, sole Baie de Seine 11,5 (0,5 - 180) ng/g p.h.

Compte tenu de leur caractère toxique et bioaccumulable, l'OMS a fixé pour les PCB une DJT (Dose Journalière Tolérable) de 0,02 µg/kg poids corporel en équivalent Aroclor soit 0,01µg/kg poids corporel pour la somme des 7 PCB indicateurs (AFSSA).

Le PCB 153 est généralement le congénère le plus représenté dans les poissons, environ 40% de la somme des 7 PCB indicateurs. Ce composé le plus persistant du groupe PCB, est considéré comme représentatifs de l'ensemble du groupe.

Quelques niveaux de TEQ mesurés dans les organismes littoraux

La TEQ totale correspond à la somme des TEQ_{PCB-DL}; TEQ_{PCDD} et TEQ_{PCDF}. Les PCB –DL contribuent environ pour les ¾ au TEQ totale

Mollusques (Liteau Dioxines, Abarnou et Duchemin, 2009)

Moules

Littoral
(ensemble des côtes de France) 1,4 (0,7 - 4) pg/g p.h. *Mytilus spp;*
Estuaire de Seine (6,4 - 12,4) *Mytilus edulis*
Ouest Cotentin (0,3 - 0,6)

Huîtres

Littoral
ensemble des côtes de France) 1,5 (0,7 - 3,5) *Crassostrea gigas*

Crustacés (Bodin *et al.* 2005 ; Abarnou et Duchemin, 2009)

- Crabe tourteau, araignée - Baie de Seine (0,8 - 2,6) pg/g ph
- Le Conquet (Ouest-Bretagne) (0,2 - 0,3)

Poissons marins (Abarnou et Duchemin, 2009)

- Plie, sole Baie de Seine 2,2 - 11,6 pg/g p.h.

Concentrations Maximales Admissibles dans les produits de la mer (*Règlement No 629/2008 de la Commission Européenne*)

TEQ (dioxines) 4 pg/g p.h. (anguille 6 pg/g p.h)

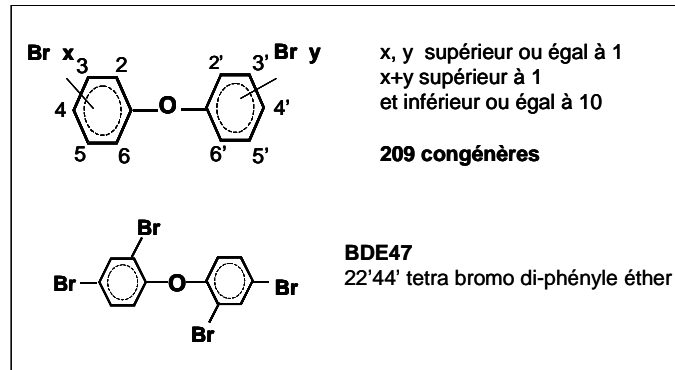
TEQ Totale (dioxines et PCB-DL) 8 pg.g p.h. (anguille : 12 pg.g p.h)

Valeurs toxicologiques de référence (santé humaine)

Dose Mensuelle Tolérable Provisoire: 70 pg TEQ /kg poids corporel / mois (JECFA, 2001).

ANNEXE I C - Les PBDE (polybromo-diphényles éthers)

Les PBDE englobent une large famille de composés bromés utilisés comme produits retardateurs de flamme dans les textiles, les matériaux isolants, les matières plastiques, l'équipement électronique et informatique, et par conséquent sont largement disséminés dans tout l'environnement. Différents mélanges techniques ont été utilisés notamment les produits penta, octa et déca bromés. Actuellement c'est le mélange décabromé, qui reste principalement utilisé, suite à l'interdiction des mélanges penta bromés en 2001.



Structure chimique des PBDE

Les concentrations en PBDE dans les organismes marins se situent au niveau de quelques ng/g de chair. Ces substances sont reconnues comme de possibles perturbateurs endocriniens. La préoccupation concernant les dérivés bromés est liée à leur détection dans tous les compartiments de l'environnement y compris dans les organismes et, plus important, au constat de l'augmentation très sensible des teneurs environnementales ces dernières années. A titre indicatif, au cours des dernières décennies les teneurs dans le lait humain en Suède aurait doublé tous les 5 ans (Noren et Meironyte, 1998) constat confirmé par ailleurs (Hites *et al.*, 2004). Par contre, les résultats d'analyse rétrospective de la surveillance des oeufs de guillemots menée en Suède (Sellstrom *et al.*, 2003) démontreraient une tendance à la baisse de ce cette contamination par les PBDE à partir du milieu des années 80 avec un retour vers 1995-2000 à un niveau comparable à celui observé en 1970. De telles observations ont été réalisées à Ifremer par l'analyse rétrospective sur la période de prélèvements de moules, réalisés dans le cadre de la Surveillance RNO (Johansson *et al.*, 2004).

Par ailleurs il faut noter que si le produit le plus utilisé est le mélange Décabromé, donc très majoritairement le composé BDE209: en général c'est le composé tétra-bromé BDE47 qui est détecté en plus forte concentration, reflétant la complexité des processus de dégradation des PBDE et celui de leur transport dans l'environnement. Par ailleurs l'analyse du composé PBDE209 présente de nombreuses difficultés.

PBDE47 : quelques niveaux mesurés dans les organismes littoraux**Mollusques** (Johansson *et al.*2006 ; Abarnou et Duchemin, 2008)

Moules

Littoral France métropole 60 - 2000 pg/g p.h .

Mytilus spp;

Estuaire de Seine (analyses rétrospectives) 350 - 2000

Estuaire de Seine 400 - 600 *Mytilus edulis*

Ouest-Cotentin 60 - 100

Crustacés tourteau, araignée (Bodin, 2005)

Baie de Seine 16 – 20 pg/g p.h crabe

Le Conquet (Ouest-Bretagne) 4 - 16

Poissons marins (Abarnou et Duchemin, Etude Ifremer-AESN, 2008)

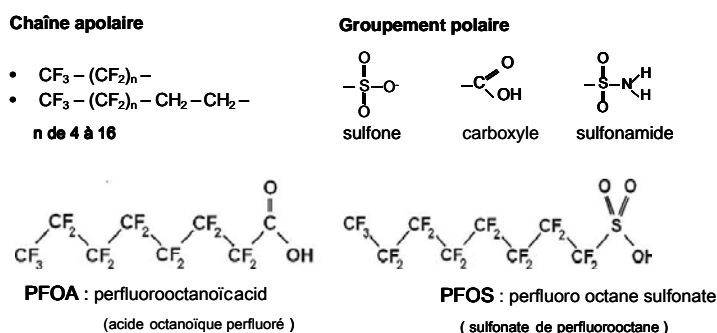
estuaire de Seine 100 - 3000 pg/g p.h. bar, sole , plie

ouest cotentin 20 - 100

Il n'existe pas actuellement (janvier2010) de Valeurs Toxicologiques de Référence (santé humaine) définies par les instances scientifiques aux niveaux national, européen ou international, ni de réglementation sur les concentrations maximales admissibles dans les produits de la mer

ANNEXE I D - Les PFC composés polyfluorés (Polyfluorinated compounds, PFCs)

Les composés polyfluorés sont des substances qui possèdent une longue chaîne polyfluorée (C8 à C16) apolaire et un groupement polaire. Ce sont des substances amphiphiles. Ces caractéristiques leur confèrent à la fois des propriétés d'agents de surface, (anti-tâches, imperméabilisants, anti-adhésifs) largement utilisés dans divers produits d'usage courants (mousses extinctrices, adhésifs, cires, emballage alimentaire, vêtements). Certains PFC, comme le PFOS et le PFOA, sont les plus fréquemment détectés, sont aussi des résidus finaux d'intermédiaires de synthèses chimiques.



Structures chimiques de PFC

Le PFOA a été identifié dans l'environnement et dans les aliments à des concentrations généralement supérieures à celles du PFOA. Il s'accumule davantage dans le foie que dans la chair des poissons. Le PFOS s'accumule dans le corps. Il est modérément toxique. Le foie est la cible la plus sensible au PFOS (induction de tumeurs); d'autres effets ont été observés : modification des hormones thyroïdes, effets sur le développement. Des études épidémiologiques, conduites sur des ouvriers exposés aux PFOS, n'ont pas conclu que le PFOS présentait des effets cancérigènes.

Sur la base d'études de toxicité sub-chronique démontrant un niveau sans effet à 0,03 mg/kg p.c./jour pour le singe (*Cynomologus*) et prenant en compte un facteur d'incertitude de 200 l'EFSA⁷ (2008) a fixé à 150ng/kg p.c./jour la DJT (dose journalière tolérable). L'EFSA précise que l'exposition journalière au PFOS est environ 60 ng/kg p.c., en dessous de la DJT, qui, toujours selon l'EFSA, pourrait être dépassée dans le cas des populations les plus exposées.

Le PFOA s'accumule dans les poissons mais à un degré moindre que le PFOS. Les concentrations sont systématiquement moins élevées que celle du PFOS. Pour le PFOA d'autres sources que l'alimentation contribuent de façon importante à l'exposition (exposition domestique). Les effets du PFOA sont très comparables à ceux du PFOS : action sur le foie, le développement. Les études épidémiologiques ont signalé des taux élevés en cholestérol et en triglycérides chez des ouvriers exposés au PFOA. Des études des effets d'expositions chroniques chez le rat mâle ont permis d'établir des doses sans effets (NOAEL) sur le fonctionnement hépatique de 0,6 mg/kg (intervalle de confiance: 0.3 – 0.7 mg/kg). La considération du niveau le plus bas et de facteurs d'incertitude ont conduit l'Agence Européenne pour la Sécurité Alimentaire a fixé la DJT à 1,5 µg/kg p.c./jour pour le PFOA. (EFSA,2008).

Les PFC ont été récemment inclus dans la liste des POP (polluants organiques persistants) dans le cadre de la Convention de Stockholm .

⁷ EFSA :Agence Européenne pour la sécurité alimentaire (European Food Safety Agency)

Niveaux de contamination en PFOS et PFOA dans les poissons et crustacés/mollusques
(ng.g-1 poids de chair humide)

Ericson et al. (2008) - Catalogne (Espagne)

poissons blancs	PFOS	moy 0,41 (SD 0,08)	PFOA	< 0,065
produits de la mer		0,148 (0,006)		<0,029
poissons bleus	PFOS	0,654 (0,24)		<0,132

Corsolini S. et al. (2008) – Italie, Sud mer Tyrrhénienne du Sud (Calabre, Iles Eoliennes)

Espadon				
(<i>Xiphias gladius</i> ; n=17)	PFOS	< 0,5	PFOA	<3
Nania et al., (2009) - Méditerranée, Italie				
Poissons pélagiques chair	PFOS	4 (<2 – 14)	PFOA	<1,5 (<1,5 – 12)
foie		13 (<2 - 40)		6 (<1,5 – 13)
Poissons benthiques chair		13 (<2 – 43)		14 (<1,5 – 40)
foie		53 (3 – 83)		9 (<1,5 – 37)
Céphalopodes, calmar		3 (<2 – 3)		2,5 (<1,5 – 3)
Mollusques, moules		<2 (<2 – 3)		<1,5 (<1,5 – 2,5)

Berger et al. (2009) - poissons en 2001 d'un lac du sud de la Suède et de la Mer Baltique

Perche Lac Vattörn	PFOS	11,3(5,9 – 23,1)	PFOA	0,11 (<0,1 – 0,13)
Mer Baltique		2,1 (2,0 – 2,9)		< 0,1
Saumon L.V.		8,5 (6,9 – 10,1)		< 0,1 (<0,10 – 0,13)
M.B.		1,0 (0,5 –1,2)		0,12 (<0,1 – 0,22)

Nakata H et al. (2006) - mollusques Japon

huîtres	PFOS	<0,3	PFOA	6 (3,4 – 8,1)
moules	PFOS	<0,3	PFOA	9,5 (6,3 – 14)

Mortimer et al. (2009) - poissons de 2007, divers mareyeurs GB

poissons gras (47)	PFOS	4,8 (<1 – 59)	PFOA	1,1
poissons blancs (12)		1,2 (<1-2)		
crabes (6)		6,3 (2- 13)		5,5 (4 – 8)
huîtres		2,5 (1 – 10)		<1

Schuetze et al. (2010) - poissons de rivières et poissons de mer

Rivières et lacs	PFOS	10 - 225		
Mer Baltique, Mer du Nord		ND (<LOD - 0.3)		

ANNEXE II : Tableau des prélèvements

A. II 1/8 (N° 1 à 28)

N°	N°Liberca	zone	esp.	code ech	poids g	taille cm	observation
1	9.2496.1	1	bar	Z1B1	471	32	Campagne CG FS
2	9.2496.2	1	bar	Z1B2	472,1	33	
3	9.2496.3	1	bar	Z1B3	552,8	34,5	
4	9.2496.64	1	bar	Z1B4	446,4 318,1	32 29	
5	9.2496.4	1	limande	Z1L1	217,7 227,1	22,5 23,5	
6	9.2496.5	1	limande	Z1L2	159,2 155 135,5	20,5 20 19	
7	9.2496.65	1	maquereau	Z1M1	291,3 292,6	29,5 29,5	
8	9.2496.66	1	maquereau	Z1M2	357,6	33,5	
9	9.2496.67	1	maquereau	Z1M3	203,6 192,4	28 27	
10	9.2496.6	2	bar	Z2B1	568,7	35	
11	9.2496.7	2	bar	Z2B2	566,3	35	
12	9.2496.8	2	bar	Z2B3	503,8	33,5	
13	9.2496.9	2	bar	Z2B4	272,8 267,1	27,5 25,5	
14	9.2496.58	2	bar	Z2B5	523,1	35	
15	9.2496.59	2	bar	Z2B6	473,6	34,5	
16	9.2496.10	2	limande	Z2L1	145 150,5	19,5 19	
17	9.2496.11	2	limande	Z2L2	105 141,1 136,1	18,7 19 18,5	
18	9.2496.60	2	limande	Z2L3	167 127,8 140,2	20,3 19 20	
19	9.2496.61	2	limande	Z2L4	123,2 89,7 78,2	19,4 18,5 18	
20	9.2496.12	2	maquereau	Z2M1	419	34	
21	9.2496.13	2	maquereau	Z2M2	387	32	
22	9.2496.14	2	maquereau	Z2M3	207 189,5	30 27	
23	9.2496.15	2	maquereau	Z2M4	274	30,5	
24	9.2496.16	2	rouget	Z2R1	29,6	12,6	
					31,5	12,5	
					39,3	13,5	
					41,4	13,7	
					35,1	13,2	
					38,4	13,3	
					32	12,5	
					34	13,2	
					35,8	13,4	
					41,9	14	
31	12,5						
36,6	13						
42,5	14,1						
41,8	13,5						
25	9.2496.62	2	rouget	Z2R2	84,9 49 47,7	18,5 17,3 15,5	
26	9.2496.63	2	rouget	Z2R3	20,8	12	
					14	10,5	
					14,4	10,5	
					17	12	
					36,9	14	
					46,2	16	
22,3	12						
27	9.1227.1	3	bar	Z3B1	179 190 223 200	26 26 28 26	
28	9.1227.2	3	bar	Z3B2	242	28	
					263	28	
					270	29	

ANNEXE II : Tableau des prélèvements (suite A. II - 2/8 n° 29 à 61)

N°	N°Liberca	zone	esp.	code ech	poids g	taille cm	observation
29	9.1227.3	3	bar	Z3B3	330 372	30 33	
30	9.2496.17	3	Bar	Z3B4	463	32,5	
31	9.2496.18	3	Bar	Z3B5	368,5	30,5	
32	9.2496.19	3	Bar	Z3B6	563	34	
33	9.2496.20	3	Bar	Z3B7	526,5	33	
34	9.2496.21	3	Bar	Z3B8	456,2	32	
35	9.2496.22	3	limande	Z3L1	154,3 102,4 152,2	19,5 17 20	
36	9.2496.23	3	limande	Z3L2	192,9 165,6	21 21	
37	9.1227.4	3	maquereau	Z3M1	32 33 166 112	22 22 35 32	
38	9.1227.5	3	maquereau	Z3M2	600	41	
39	9.1227.6	3	maquereau	Z3M3	448	38	
	9.1227.7	3	maquereau	Z3M4	400 378	36 36	non pris en compte dans l'interprétation des mesures
40	9.1227.8	3	maquereau	Z3M5		14 14 15 15 14 16 16 14	
41	9.1227.9	3	rouget	Z3R1	32 20 95 109 137 149	14 10 19 20 21 24	
42	9.1227.10	3	rouget	Z3R2	108 115 148 150 141	20 20 24 22 21	
43	9.1227.11	3	rouget	Z3R3	164	23	
44	9.1227.12	3	sardine	Z3S1	(40ind.)	10	
45	9.2496.30	7D	bar	Z7D B1	859	41,5	
46	9.2496.31	7D	bar	Z7D B2	909,4	42,5	
47	9.2496.32	7D	bar	Z7D B3	818	42,5	
48	9.2496.33	7D	bar	Z7D B4	841,2	40	
49	9.2496.34	7D	bar	Z7D B5	911,7	41	
50	9.2496.35	7D	bar	Z7D B6	720,6	38	
51	9.2496.36	7D	rouget	Z7D R1	154,6 187,3 158,3	21 22,3 21	
52	9.2496.37	7D	rouget	Z7D R2	179,6 187,3 162,3	22,2 23,2 21	
53	9.2496.38	7D	rouget	Z7D R3	179,9 175,1 167	22 22,5 22,5	
54	9.2496.39	7D	rouget	Z7D R4	179,2 141,4 174,5	21,7 20 22,8	
55	9.2496.40	7D	rouget	Z7D R5	181 165,6 146,5	22,7 22 21	
56	9.2496.41	7D	rouget	Z7D R6	177 171 134	22,7 22,6 20,5	
57	9.1228.1	4	bar	Z4B1	1000	47	
58	9.1228.2	4	bar	Z4B2	1020	47	
59	9.1228.3	4	bar	Z4B3	1940	58	
60	9.1228.4	4	bar	Z4B4	1980	60	
61	9.2496.29	4	bar	Z4B5	928	46	

ANNEXE II : Tableau des prélèvements (suite A. II – 3/8 n° 2 à 86)

N°	N° Laberca	zone	esp.	code ech	poids g	taille cm	observation
62	9.1228.5	4	maquereau	Z4M1	258	33	
					236	31	
					228	30	
63	9.1228.6	4	maquereau	Z4M2	230	30	
					223	30	
					198	29	
64	9.1228.7	4	maquereau	Z4M3	177	28	
					208	30	
					216	30	
65	9.1228.8	4	maquereau	Z4M4	236	31	
					255	31	
					227	31	
66	9.1228.9	4	maquereau	Z4M5	207	30	
					222	31	
					236	30	
67	9.2496.24	4	rouget	Z4R1	805	42	
68	9.2496.25	4	rouget	Z4R2	460	34	
69	9.2496.26	4	rouget	Z4R3	380	31	
70	9.2496.27	4	rouget	Z4R4	902	41	
71	9.2496.28	4	rouget	Z4R5	877	41	
72	9.1225.1	5	bar	Z5B1	1000	46	
73	9.1225.2	5	bar	Z5B2	1040	46	
74	9.1225.3	5	bar	Z5B3	805	41	Mareyeur Pêcheries Les Brisants 29750 Loctudy origine : baie d'Audierne
75	9.1225.4	5	bar	Z5B4	828	42	
76	9.1225.5	5	bar	Z5B5	926	41	
77	9.1225.6	5	maquereau	Z5M1	148	26	
					160	30	
					129	27	
					151	28	
					115	26	
78	9.1225.7	5	maquereau	Z5M2	163	29	
					211	32	
					163	30	
					166	28	
					140	27	
79	9.1225.8	5	maquereau	Z5M3	152	28	Mareyeur Pêcheries Les Brisants 29750 Loctudy origine :secteur baie de Fouesnant Concarneau -Glénan
					169	29	
					157	29	
					160	29	
					149	29	
80	9.1225.9	5	maquereau	Z5M4	146	28	
					142	28	
					148	28	
					123	26	
					122	27	
81	9.1225.10	5	maquereau	Z5M5	148	30	
					168	30	
					166	24	
					168	24	
					153	24	
82	9.1225.11	5	rouget	Z5R1			Mareyeur Pêcheries Les Brisants 29750 Loctudy origine :secteur baie de Fouesnant Concarneau -Glénan
83	9.1225.12	5	rouget	Z5R2			
84	9.1225.13	5	rouget	Z5R3	203	26	
					156	23	
					171	25	
85	9.1225.14	5	rouget	Z5R4	153	24	
					184	25	
					136	23	
86	9.1225.15	5	rouget	Z5R5	133	22.5	
					116	21	
					116	22	
					120	22	

ANNEXE II : Tableau des prélèvements (suite A. II – 4/8 n° 87 à 101)

N°	N° Laberca	zone	esp.	code ech	poids g	taille cm	observation						
87	9.1225.16	5	sardine	Z5S1	50	19							
					40	17							
					44	17							
					44	17							
					43	17							
					50	17							
					55	19							
					58	18							
					48	17							
					51	18							
88	9.1225.17	5	sardine	Z5S2	50	18							
					49	17,5							
					38	17							
					51	18							
					52	18							
					55	18							
					52	18							
					47	17							
					58	18,5							
					70	19							
89	9.1225.18	5	sardine	Z5S3	61	19	Mareyeur Pêcheries Les Brisants 29750 Loctudy origine :secteur baie de Fouesnant Concarneau -Glénan						
					58	19							
					73	21							
					78	21							
					76	21							
					96	22							
					96	23							
					102	24							
					90	9.1225.19		5	sardine	Z5S4	92	22	
											94	23	
117	24												
117	25												
105	24												
91	9.1225.20	5	sardine	Z5S6	93	23							
					90	22,5							
					100	23							
					94	23							
					100	23							
92	9.1226.1	6	bar	Z6B1	84	22,5							
					72	20							
93	9.1226.2	6	bar	Z6B2	45	17							
					505	38,5							
94	9.1226.3	6	bar	Z6B3	605	42	Criée et pêche cotière I d'Oleron						
					440	35							
95	9.1226.4	6	bar	Z6B4	480	36							
					443	37							
96	9.1226.5	6	bar	Z6B5	447	37							
					840	45							
97	9.1226.6	6	maquereau	Z6M1	486	37,5							
					650	42							
98	9.1226.7	6	maquereau	Z6M2	155	30							
					300	31,5							
					163	30							
99	9.1226.8	6	maquereau	Z6M3	176	31	Criée et pêche cotière I d'Oleron						
					221	33							
					162	31							
100	9.1226.9	6	maquereau	Z6M4	186	30							
					229	34							
					168	30							
101	9.1226.10	6	maquereau	Z6M5	201	32							
					146	29							
					196	31,5							
					148	29							
					159	30							
					161	31							
					171	31							

ANNEXE II : Tableau des prélèvements (suite A. II – 5/8, n° 102 à 106

N°	N°Laberca	zone	esp.	code ech	poids g	taille cm	observation
102	9.1226.11	6	rouget	Z6R1	73	18	
					63	18	
					78	19	
					72	18	
					57	17	
					55	17	
					52	16	
					50	17	
					58	17	
103	9.1226.12	6	rouget	Z6R2	50	16	
					54	17	
					61	18	
					48	16	
					52	16	
					52	17	
					55	17	
					44	16	
					43	16	
					48	16	
					44	16	
41	15						
45	16						
39	15						
104	9.1226.13	6	rouget	Z6R3	39	15	Criée et pêche cotière I d'Oleron
					38	15	
					35	15	
					33	15	
					33	15	
					31	15	
					29	15	
					31	15	
					34	15	
					37	15	
					37	15	
					39	15	
					37	15	
40	16						
105	9.1226.14	6	rouget	Z6R4	63	18	
					70	19	
					65	18	
					58	17	
					71	19	
					69	19	
					49	17	
59	17,5						
106	9.1226.15	6	rouget	Z6R5	45	16	
					52	17	
					52	16,5	
					42	16	
					50	16	
					46	16,5	
					49	16	
					43	15,5	
					43	15,5	
					38	15	
42	16						

ANNEXE II : Tableau des prélèvements (suite A. II – 6/8, n° 107 à 116)

N°	N°Laberca	zone	esp.	code ech	poids g	taille cm	observatio n
107	9.1226.16	6	sardine	Z6S1	93	24	Criée et pêche cotière l d'Oleron
					100	23,5	
					100	25	
					99	23	
					90	22	
100	24						
108	9.1226.17	6	sardine	Z6S2	63	20	
					71	20	
					69	20	
					69	20	
					86	22	
					70	21	
					66	20	
109	9.1226.18	6	sardine	Z6S3	75	21	
					65	20	
					64	20	
					61	20	
					69	20	
					67	20	
					54	19	
					52	19	
110	9.1226.19	6	sardine	Z6S4	57	19	
					59	20	
					46	18	
					43	18	
					107	25	
111	9.1226.20	6	sardine	Z6S5	83	22,5	
					88	22	
					93	23	
					86	22	
					76	22	
					79	22	
					76	21	
112	9.2496.47	8	maquereau	Z8M1	85	22	Criée et pêche cotière l d'Oleron
					68	21	
					77	21	
					70	21	
					74	21,5	
					65	20	
113	9.2496.48	8	maquereau	Z8M2	309,5	ART	
					384,5	34	
					366	32	
114	9.2496.49	8	maquereau	Z8M3	393,6	33	
					323,7	33	
					339,6	33	
115	9.2496.50	8	maquereau	Z8M4	367,5	34	
					371,3	34	
					330,6	34	
116	9.2496.51	8	maquereau	Z8M5	278,18	30	
					324,8	31	
					208	29	
116	9.2496.51	8	maquereau	Z8M5	336,5	32	
					604,2	38	
					396,29	32,5	

ANNEXE II : Tableau des prélèvements (suite A. II – 7/8, n° 117 à 122)

N°	N°Laberca	zone	esp.	code ech	poids g	taille cm	observatio n
117	9.2496.42	8	rouget	Z8R1	127,2	21,5	COPEMART Provence Cote d'Azur Mareyeur,13 110 Port de Bouc
					92,5	20	
					87,4	20	
					121,3	22	
					111,5	22	
123,2	20						
118	9.2496.43	8	rouget	Z8R2	109	20	
					150	23	
					106,2	21	
					105,7	19,5	
					98,6	19,5	
118,5	21,5						
119	9.2496.44	8	rouget	Z8R3	100,2	19	
					110,8	20	
					105,1	20,5	
					115,2	20	
					92,1	19,5	
138,1	22						
120	9.2496.45	8	rouget	Z8R4	156,1	23	
					112,1	20,5	
					134,1	21,5	
					86,9	20	
					136,6	22	
111,1	21,5						
121	9.2496.46	8	rouget	Z8R5	118,2	21	
					134,1	22,5	
					112,1	21	
					148,6	23	
					117,9	21	
109,6	21,5						
122	9.2496.52	8	sardine	Z8S1	29,4	15	COPEMART Provence Cote d'Azur Mareyeur,13 110 Port de Bouc
					35,2	15,2	
					30	15	
					32,4	15,6	
					31,3	16	
					28,4	15	
					40,6	16,5	
					26,7	13,5	
36,2	15,5						
24,3	14						

ANNEXE II : Tableau des prélèvements (suite A. II – 8/8, n° 123 à 126)

N°	N°Laberca	zone	esp.	code ech	poids g	taille cm	observation
123	9.2496.53	8	sardine	Z8S2	27	14	
					37,7	15	
					28,9	15	
					36,6	16	
					25,4	14	
					32,4	16	
					33,9	16	
					37,3	16	
					28,5	14,5	
					23,5	13,5	
					34	15	
					42,4	16	
					31,2	16	
28,1	14,5						
34,1	16						
124	9.2496.54	8	sardine	Z8S3	39,4	16	
					32,8	15,5	
					26,4	14	
					22	13	
					27,1	14	
					44,2	16	
					39,7	16,2	
					31	16	
					32,8	15	
					34,1	16	
					35,2	15	
					33,3	16	
					26,7	15,5	
24,1	14						
21,8	13,5						
125	9.2496.55	8	sardine	Z8S4	29,4	15,5	COPEMART Provence Cote d'Azur Mareyeur, 13110 Port de Bouc
					35	15	
					29,3	14,5	
					29,5	15	
					30,8	15	
					32,2	15	
					27,3	14,5	
					65,4	18	
					22	14	
					27,9	15	
					29,5	15,5	
					31	15	
					35,9	16	
33,6	15						
26,9	15						
126	9.2496.56	8	sardine	Z8S5	27	14,5	
					26,8	14,5	
					43,9	16	
					24,2	14	
					26,9	13	
					39	15	
					23	13	
					27,3	14	
					35,6	14,5	
					53,2	16	
					27,6	15	
					40,5	15	
					43,5	15	
29,8	14,5						
33,5	15						
24,5	14						

ANNEXE III : RESULTATS DES MESURES DE CONTAMINANTS DANS LA CHAIR DE POISSONS

Annexe III A : PCB indicateurs en ng.g⁻¹ (µg.kg⁻¹) de chair humide (1/3)

code ech	code lfremer	code Laberca	zone	% MS	Mat. grasse (%)	PCB28	PCB52	PCB101	PCB118	PCB138	PCB153	PCB180	SOM. 7PCB IND	SOM. 6PCB IND
1	Z1B1	9.2496-01	1	24,38	1,604	0,143	0,340	1,157	1,871	3,252	5,381	1,276	13,4	11,6
2	Z1B2	9.2496-02	1	25,91	3,088	0,367	1,160	3,764	3,706	6,250	11,872	2,784	29,9	26,2
3	Z1B3	9.2496-03	1	27,52	5,233	0,420	1,505	4,249	4,114	6,157	12,868	2,360	31,7	27,6
4	Z1B4	9.2496-64	1	26,79	2,415	0,150	0,428	1,440	2,879	5,155	8,376	2,255	20,7	17,8
5	Z1 L1	9.2496-04	1	26,91	4,808	0,487	1,374	4,458	6,082	10,794	17,852	3,536	44,6	38,5
6	Z1 L2	9.2496-05	1	26,01	4,097	0,179	0,391	1,173	2,859	5,329	8,558	2,137	20,6	17,8
7	Z1M1	9.2496-65	1	40,93	18,800	1,712	4,552	12,343	10,535	19,144	42,416	7,986	98,7	88,2
8	Z1M2	9.2496-66	1	29,79	5,416	0,600	1,797	10,771	9,161	22,090	33,746	9,173	87,3	78,2
9	Z1M3	9.2496-67	1	34,31	11,189	0,700	1,995	5,225	4,180	7,997	14,285	2,495	36,9	32,7
10	Z2B1	9.2496-06	2	25,53	3,448	0,147	0,474	1,340	2,709	4,385	7,800	1,924	18,8	16,1
11	Z2B2	9.2496-07	2	24,05	1,879	0,121	0,304	1,154	1,555	2,420	4,000	0,948	10,5	8,9
12	Z2B3	9.2496-08	2	28,05	4,659	0,276	0,848	2,356	3,602	6,655	10,030	2,560	26,3	22,7
13	Z2B4	9.2496-09	2	28,24	2,797	0,208	0,622	1,690	2,701	5,040	6,765	2,289	19,3	16,6
14	Z2B5	9.2496-58	2	23,41	0,609	0,091	0,304	1,511	2,318	4,840	7,938	2,194	19,2	16,9
15	Z2B6	9.2496-59	2	25,82	2,135	0,700	2,257	7,648	7,157	14,776	25,110	8,021	65,7	58,5
16	Z2L1	9.2496-10	2	30,21	7,777	0,555	1,345	3,773	4,250	7,048	12,227	2,547	31,7	27,5
17	Z2L2	9.2496-11	2	34,76	7,489	0,442	1,291	3,278	4,155	6,882	12,336	2,602	31,0	26,8
18	Z2L3	9.2496-60	2	23,03	2,141	0,130	0,428	0,816	0,948	1,601	2,737	0,336	7,0	6,0
19	Z2L4	9.2496-61	2	23,84	1,614	0,040	0,123	0,433	0,464	1,185	1,785	0,536	4,6	4,1
20	Z2M1	9.2496-12	2	31,91	9,757	0,724	3,375	14,355	14,639	24,800	46,396	10,137	114,4	99,8
21	Z2M2	9.2496-13	2	42,91	18,564	1,979	6,683	28,871	24,881	47,419	70,596	15,540	196,0	171,1
22	Z2M3	9.2496-14	2	28,58	6,486	0,334	0,830	2,196	2,267	4,176	7,620	1,591	19,0	16,7
23	Z2M4	9.2496-15	2	22,35	1,486	0,415	1,392	4,296	3,308	5,639	12,858	2,554	30,5	27,2
24	Z2R1	9.2496-16	2	25,00	2,602	0,056	0,105	0,313	1,147	2,121	3,634	0,963	8,3	7,2
25	Z2R2	9.2496-62	2	32,85	6,732	0,333	0,432	0,939	2,434	4,688	6,750	1,477	17,1	14,6
26	Z2R3	9.2496-63	3	30,09	5,243	0,600	0,173	0,286	1,446	2,789	4,664	1,118	11,1	9,6
27	Z3B1	9.1227-01	3	24,95	1,935	1,728	7,164	13,983	12,922	20,254	39,731	10,353	106,1	93,2
28	Z3B2	9.1227-02	3	26,46	4,040	2,168	8,064	19,705	18,057	32,635	52,915	12,830	146,4	128,3
29	Z3B3	9.1227-03	3	24,95	1,935	4,029	14,767	34,900	37,305	52,132	117,215	23,378	283,7	246,4
30	Z3B4	9.2496-17	3	29,52	2,226	0,101	0,405	2,213	2,681	5,074	8,430	1,501	20,4	17,7
31	Z3B5	9.2496-18	3	24,30	1,715	0,044	0,126	0,486	0,651	1,211	2,085	0,456	5,1	4,4
32	Z3B6	9.2496-19	3	28,56	2,997	0,426	2,317	7,733	7,616	12,640	23,113	4,223	58,1	50,5
33	Z3B7	9.2496-20	3	27,87	2,721	0,228	0,713	2,178	3,436	5,064	9,064	1,707	22,4	19,0
34	Z3B8	9.2496-21	3	27,09	4,161	0,166	0,741	3,063	4,171	7,603	12,746	2,188	30,7	26,5
35	Z3 L1	9.2496-22	3	27,76	4,573	0,180	0,401	1,505	2,113	3,337	6,062	0,943	14,5	12,4
36	Z3 L2	9.2496-23	3	26,89	3,563	0,125	0,359	1,141	1,475	2,391	4,305	0,661	10,5	9,0
37	Z3M1	9.1227-04	3	33,39	10,791	1,472	3,489	9,981	8,527	16,214	23,635	4,826	68,1	59,6
38	Z3M2	9.1227-05	3	37,22	12,945	3,037	13,549	40,725	34,379	51,075	90,519	18,577	251,9	217,5
39	Z3M3	9.1227-06	3	35,74	12,956	1,276	6,316	17,908	14,679	27,622	46,546	9,179	123,5	108,8
40	Z3M5	9.1227-08	3	21,99	0,798	0,536	5,051	25,101	26,677	49,093	97,241	21,917	225,6	198,9
41	Z3R1	9.1227-09	3	47,65	12,233	2,558	9,873	25,038	35,636	48,942	93,770	16,219	232,0	196,4
42	Z3R2	9.1227-10	3	31,85	8,836	2,243	7,454	15,910	22,204	36,765	67,471	11,257	163,3	141,1
43	Z3R3	9.1227-11	3	34,59	12,696	2,299	8,496	24,574	29,784	44,761	86,964	15,798	212,7	182,9
44	Z3S1	9.1227-12	3	28,38	4,141	1,040	5,017	8,156	8,614	16,646	31,615	6,464	77,6	68,9

Annexe III A : PCB indicateurs en ng.g⁻¹ (µg.kg⁻¹) de chair humide (2/3)

code ech	code lfremer	code Laberca	zone	% MS	Mat. grasse (%)	PCB28	PCB52	PCB101	PCB118	PCB138	PCB153	PCB180	SOM. 7PCBIND	SOM. 6PCB IND
45	Z7D B1	9.2496-30	7D	25,25	2,463	0,591	3,180	11,125	7,019	11,307	23,282	5,012	61,5	54,5
46	Z7D B2	9.2496-31	ZD	24,15	0,996	0,147	0,886	5,346	4,805	10,359	22,226	3,402	47,2	42,4
47	Z7D B3	9.2496-32	ZD	31,72	2,064	0,172	1,002	3,787	4,535	9,714	14,627	3,615	37,5	32,9
48	Z7D B4	9.2496-33	ZD	26,30	2,475	0,295	0,776	2,836	2,200	4,852	8,702	1,730	21,4	19,2
49	Z7D B5	9.2496-34	ZD	24,25	1,529	0,226	0,341	1,581	2,288	4,438	7,961	2,599	19,4	17,1
50	Z7D B6	9.2496-35	ZD	26,12	2,322	0,294	0,994	3,418	3,164	6,919	10,041	2,347	27,2	24,0
51	Z7D R1	9.2496-36	ZD	22,75	0,615	0,036	0,101	0,266	1,749	3,328	6,088	1,205	12,8	11,0
52	Z7D R2	9.2496-37	ZD	22,63	0,772	0,028	0,057	0,141	0,410	0,971	2,236	0,686	4,5	4,1
53	Z7D R3	9.2496-38	ZD	22,42	0,673	0,034	0,048	0,087	0,627	1,348	2,520	0,579	5,2	4,6
54	Z7D R4	9.2496-39	ZD	22,63	1,953	0,110	0,214	0,290	2,753	8,327	14,451	4,545	30,7	27,9
55	Z7D R5	9.2496-40	ZD	22,60	1,416	0,082	0,136	0,286	1,633	3,387	6,200	2,134	13,9	12,2
56	Z7D R6	9.2496-41	ZD	22,63	2,167	0,165	0,204	0,494	3,773	7,958	19,819	8,052	40,5	36,7
57	Z4B1	9.1228-01	4	21,86	1,129	0,040	0,141	0,439	0,512	1,207	2,155	0,702	5,2	4,7
58	Z4B2	9.1228-02	4	22,62	1,584	0,049	0,170	1,027	1,558	4,505	8,576	3,090	19,0	17,4
59	Z4B3	9.1228-03	4	21,80	0,777	0,036	0,125	0,434	0,503	1,462	2,798	1,361	6,7	6,2
60	Z4B4	9.1228-04	4	20,92	0,536	0,019	0,051	0,183	0,202	0,485	0,892	0,257	2,1	1,9
61	Z4B5	9.2496-29	4	24,58	0,845	0,030	0,113	0,724	1,206	2,585	4,927	1,556	11,1	9,9
62	Z4M1	9.1228-05	4	28,66	5,360	0,159	0,411	1,189	0,932	2,159	4,369	1,237	10,5	9,5
63	Z4M2	9.1228-06	4	31,23	8,628	0,170	0,516	2,308	1,947	4,599	7,393	1,991	18,9	17,0
64	Z4M3	9.1228-07	4	33,18	9,290	0,162	0,304	1,055	1,002	2,271	3,820	0,880	9,5	8,5
65	Z4M4	9.1228-08	4	29,89	7,117	0,646	2,841	8,169	5,772	9,501	17,686	3,158	47,8	42,0
66	Z4M5	9.1228-09	4	28,63	5,411	0,121	0,419	1,637	1,652	3,518	5,672	1,166	14,2	12,5
67	Z4R1	9.2496-24	4	21,82	0,961	0,019	0,025	0,055	0,310	0,560	1,399	0,653	3,0	2,7
68	Z4R2	9.2496-25	4	20,23	0,363	0,010	0,015	0,033	0,138	0,349	0,621	0,228	1,4	1,3
69	Z4R3	9.2496-26	4	22,77	1,746	0,061	0,073	0,171	0,650	1,482	3,117	0,955	6,5	5,9
70	Z4R4	9.2496-27	4	22,11	0,136	0,008	0,011	0,034	0,077	0,181	0,376	0,123	0,8	0,7
71	Z4R5	9.2496-28	4	20,15	0,286	0,007	0,021	0,021	0,382	0,731	1,645	0,658	3,5	3,1
72	Z5B1	9.1225-01	5	24,60	1,312	0,040	0,135	0,655	1,123	2,455	4,487	1,361	10,3	9,1
73	Z5B2	9.1225-02	5	25,24	2,082	0,104	0,373	2,943	4,546	11,359	22,353	8,508	50,2	45,6
74	Z5B3	9.1225-03	5	23,49	0,534	0,053	0,152	0,759	1,486	3,648	7,085	2,831	16,0	14,5
75	Z5B4	9.1225-04	5	24,01	1,376	0,195	0,439	2,452	7,795	15,079	25,525	11,663	63,1	55,4
76	Z5B5	9.1225-05	5	23,71	2,141	0,068	0,150	0,235	0,425	0,796	1,651	0,650	4,0	3,5
77	Z5M1	9.1225-06	5	23,97	1,394	0,093	0,218	0,710	0,735	1,858	3,059	0,907	7,6	6,8
78	Z5M2	9.1225-07	5	21,64	0,716	0,047	0,118	0,423	0,414	1,241	2,076	0,727	5,0	4,6
79	Z5M3	9.1225-08	5	26,10	2,456	0,138	0,198	0,636	0,608	1,574	2,481	0,827	6,5	5,9
80	Z5M4	9.1225-09	5	23,63	0,920	0,060	0,111	0,542	0,538	1,493	2,136	0,833	5,7	5,2
81	Z5M5	9.1225-10	5	23,60	1,339	0,096	0,205	0,884	0,815	2,154	3,908	1,263	9,3	8,5
82	Z5R1	9.1225-11	5	27,85	5,305	0,291	0,198	0,395	1,744	4,779	9,025	3,713	20,1	18,4
83	Z5R2	9.1225-12	5	24,57	1,659	0,045	0,054	0,076	0,417	0,895	1,467	0,547	3,5	3,1
84	Z5R3	9.1225-13	5	22,90	0,911	0,024	0,036	0,085	0,255	0,722	1,496	0,586	3,2	2,9
85	Z5R4	9.1225-14	5	28,06	7,513	0,316	0,314	0,821	1,754	4,480	7,530	2,725	17,9	16,2
86	Z5R5	9.1225-15	5	26,68	6,020	0,170	0,364	0,864	2,656	6,683	10,651	3,880	25,3	22,6

Annexe III A : PCB indicateurs en ng.g⁻¹ (µg.kg⁻¹) de chair humide (3/3)

code ech	code lfremer	code Laberca	zone	% MS	Mat. grasse (%)	PCB28	PCB52	PCB101	PCB118	PCB138	PCB153	PCB180	SOM. 7PCBIND	SOM. 6PCB IND
87	Z5S1	9.1225-16	5	30,77	8,501	0,217	0,425	0,548	2,324	4,431	9,235	2,305	19,5	17,2
88	Z5S2	9.1225-17	5	31,27	8,322	0,229	0,464	0,638	1,676	4,607	8,237	2,921	18,8	17,1
89	Z5S3	9.1225-18	5	25,58	3,699	0,105	0,200	0,248	0,922	2,385	4,972	1,389	10,2	9,3
90	Z5S4	9.1225-19	5	27,85	2,976	0,110	0,238	0,300	1,497	3,610	6,061	1,787	13,6	12,1
91	Z5S6	9.1225-20	5	27,34	5,447	0,125	0,312	0,366	2,416	6,592	13,853	4,373	28,0	25,6
92	Z6B1	9.1226-01	6	21,65	0,411	0,030	0,101	0,405	0,612	1,940	4,246	1,320	8,7	8,0
93	Z6B2	9.1226-02	6	21,31	0,067	0,021	0,073	0,538	0,703	2,428	4,985	1,299	10,0	9,3
94	Z6B3	9.1226-03	6	22,28	0,619	0,085	0,249	0,860	0,843	3,009	7,143	1,751	13,9	13,1
95	Z6B4	9.1226-04	6	21,12	0,726	0,042	0,105	0,400	0,609	1,466	3,804	0,684	7,1	6,5
96	Z6B5	9.1226-05	6	22,19	0,465	0,050	0,155	0,878	0,955	3,075	6,587	1,712	13,4	12,5
97	Z6M1	9.1226-06	6	39,03	1,710	0,139	0,296	1,528	1,340	4,185	7,609	2,819	17,9	16,6
98	Z6M2	9.1226-07	6	20,78	0,320	0,126	0,349	2,012	1,904	4,742	7,809	2,934	19,9	18,0
99	Z6M3	9.1226-08	6	20,35	0,235	0,062	0,231	1,198	1,033	2,460	4,831	1,414	11,2	10,2
100	Z6M4	9.1226-09	6	21,55	0,395	0,080	0,205	0,785	0,734	2,179	4,277	1,379	9,6	8,9
101	Z6M5	9.1226-10	6	19,99	0,395	0,160	0,707	3,074	2,807	6,315	9,758	2,550	25,4	22,6
102	Z6R1	9.1226-11	6	25,27	1,437	0,056	0,095	0,127	0,382	1,251	2,896	1,059	5,9	5,5
103	Z6R2	9.1226-12	6	25,15	1,918	0,070	0,104	0,172	0,604	2,021	5,160	1,586	9,7	9,1
104	Z6R3	9.1226-13	6	26,61	2,099	0,123	0,230	0,385	0,849	2,753	6,696	2,095	13,1	12,3
105	Z6R4	9.1226-14	6	26,52	2,774	0,095	0,130	0,243	0,686	2,580	5,905	2,114	11,8	11,1
106	Z6R5	9.1226-15	6	23,59	0,928	0,054	0,151	0,224	0,364	1,152	2,503	0,873	5,3	5,0
107	Z6S1	9.1226-16	6	23,81	0,387	0,061	0,184	0,553	1,261	3,838	8,050	2,676	16,6	15,4
108	Z6S2	9.1226-17	6	22,09	0,602	0,056	0,168	0,233	1,125	3,851	7,921	2,999	16,4	15,2
109	Z6S3	9.1226-18	6	23,90	0,759	0,080	0,222	0,235	0,951	3,316	6,192	2,460	13,5	12,5
110	Z6S4	9.1226-19	6	24,78	0,987	0,205	0,684	0,747	3,207	10,682	18,773	7,263	41,6	38,4
111	Z6S5	9.1226-20	6	24,89	1,294	0,064	0,342	0,464	2,875	7,676	13,095	3,718	28,2	25,4
112	Z8M1	9.2496-47	8	35,02	10,548	0,243	0,855	5,360	6,154	26,078	55,899	25,851	120,4	114,3
113	Z8M2	9.2496-48	8	41,48	17,838	0,402	1,253	4,428	6,770	29,421	54,022	25,413	121,7	114,9
114	Z8M3	9.2496-49	8	38,15	13,136	0,263	0,776	4,339	4,077	17,172	39,784	15,360	81,8	77,7
115	Z8M4	9.2496-50	8	24,58	6,278	0,135	0,398	1,998	1,924	8,855	16,607	8,725	38,6	36,7
116	Z8M5	9.2496-51	8	40,71	15,741	0,333	0,945	5,023	5,203	23,615	46,040	21,528	102,7	97,5
117	Z8R1	9.2496-42	8	24,12	1,080	0,034	0,098	0,283	1,547	11,011	26,131	24,298	63,4	61,9
118	Z8R2	9.2496-43	8	25,03	0,815	0,016	0,030	0,077	0,688	3,593	8,986	9,608	23,0	22,3
119	Z8R3	9.2496-44	8	22,63	0,851	0,024	0,028	0,064	0,690	4,387	10,677	10,353	26,2	25,5
120	Z8R4	9.2496-45	8	25,49	1,240	0,045	0,071	0,170	1,587	12,571	29,712	27,359	71,5	69,9
121	Z8R5	9.2496-46	8	22,63	0,678	0,017	0,037	0,089	0,709	4,226	10,434	9,769	25,3	24,6
122	Z8S1	9.2496-52	8	33,11	9,963	0,197	0,463	0,701	2,374	9,392	17,439	6,810	37,4	35,0
123	Z8S2	9.2496-53	8	34,49	10,743	0,245	0,526	0,744	2,555	10,165	19,237	8,377	41,8	39,3
124	Z8S3	9.2496-54	8	33,70	9,720	0,151	0,406	0,732	1,965	8,991	19,782	9,049	41,1	39,1
125	Z8S4	9.2496-55	8	33,81	9,809	0,170	0,419	0,792	2,448	11,443	21,074	8,939	45,3	42,8
126	Z8S5	9.2496-56	8	25,81	11,335	0,225	0,502	0,873	2,247	9,485	15,800	8,322	37,5	35,2

Annexe III B : PCDD (poly chloro dibenzo-p- dioxines) en pg g⁻¹ (ng.kg⁻¹) de chair humide (1/3)

code ech	code lfremer	code Laberca	zone	% MS	Mat. grasse (%)	2378-TCDD	12378-PCDD	123478-HxCDD	123678-HxCDD	123789-HxCDD	1234678-HpCDD	OCDD
1	Z1B1	9.2496-01	1	24,38	1,604	0,040	0,050	0,004	0,024	0,003	0,019	0,059
2	Z1B2	9.2496-02	1	25,91	3,088	0,109	0,066	0,005	0,030	0,007	0,029	0,087
3	Z1B3	9.2496-03	1	27,52	5,233	0,085	0,101	0,009	0,049	0,014	0,030	0,092
4	Z1B4	9.2496-64	1	26,79	2,415	0,050	0,070	0,008	0,038	0,007	0,029	0,086
5	Z1 L1	9.2496-04	1	26,91	4,808	0,178	0,324	0,021	0,138	0,030	0,043	0,118
6	Z1 L2	9.2496-05	1	26,01	4,097	0,083	0,369	0,062	0,212	0,052	0,720	1,974
7	Z1M1	9.2496-65	1	40,93	18,800	0,529	0,210	0,017	0,042	0,012	0,070	0,240
8	Z1M2	9.2496-66	1	29,79	5,416	0,205	0,168	0,008	0,021	0,005	0,045	0,090
9	Z1M3	9.2496-67	1	34,31	11,189	0,296	0,092	0,010	0,023	0,003	0,033	0,091
10	Z2B1	9.2496-06	2	25,53	3,448	0,041	0,324	0,057	0,295	0,123	0,106	0,173
11	Z2B2	9.2496-07	2	24,05	1,879	0,036	0,056	0,003	0,015	0,004	0,019	0,069
12	Z2B3	9.2496-08	2	28,05	4,659	0,047	0,253	0,056	0,204	0,072	0,076	0,101
13	Z2B4	9.2496-09	2	28,24	2,797	0,022	0,035	0,009	0,022	0,004	0,026	0,133
14	Z2B5	9.2496-58	2	23,41	0,609	0,046	0,068	0,007	0,028	0,008	0,016	0,116
15	Z2B6	9.2496-59	2	25,82	2,135	0,334	0,140	0,012	0,047	0,015	0,023	0,100
16	Z2L1	9.2496-10	2	30,21	7,777	0,078	0,148	0,023	0,097	0,017	0,066	0,194
17	Z2L2	9.2496-11	2	34,76	7,489	0,073	0,250	0,046	0,188	0,044	0,192	0,503
18	Z2L3	9.2496-60	2	23,03	2,141	0,111	0,089	0,014	0,067	0,012	0,126	0,166
19	Z2L4	9.2496-61	2	23,84	1,614	0,048	0,138	0,017	0,054	0,013	0,028	0,060
20	Z2M1	9.2496-12	2	31,91	9,757	0,107	0,168	0,017	0,044	0,013	0,045	0,140
21	Z2M2	9.2496-13	2	42,91	18,564	0,550	0,261	0,017	0,048	0,014	0,039	0,100
22	Z2M3	9.2496-14	2	28,58	6,486	0,062	0,066	0,008	0,015	0,004	0,040	0,106
23	Z2M4	9.2496-15	2	22,35	1,486	0,098	0,033	0,002	0,011	0,004	0,019	0,105
24	Z2R1	9.2496-16	2	25,00	2,602	0,050	0,081	0,002	0,018	0,003	0,021	0,057
25	Z2R2	9.2496-62	2	32,85	6,732	0,243	0,240	0,020	0,069	0,013	0,064	0,153
26	Z2R3	9.2496-63	3	30,09	5,243	0,101	0,162	0,012	0,035	0,007	0,032	0,047
27	Z3B1	9.1227-01	3	24,95	1,935	0,028	0,067	0,012	0,046	0,014	0,043	0,083
28	Z3B2	9.1227-02	3	26,46	4,040	0,039	0,097	0,013	0,091	0,021	0,068	0,118
29	Z3B3	9.1227-03	3	24,95	1,935	0,084	0,163	0,015	0,138	0,023	0,091	0,100
30	Z3B4	9.2496-17	3	29,52	2,226	0,015	0,068	0,003	0,039	0,009	0,037	0,068
31	Z3B5	9.2496-18	3	24,30	1,715	0,018	0,041	0,005	0,021	0,007	0,035	0,116
32	Z3B6	9.2496-19	3	28,56	2,997	0,030	0,079	0,008	0,040	0,012	0,029	0,073
33	Z3B7	9.2496-20	3	27,87	2,721	0,022	0,071	0,004	0,039	0,008	0,030	0,069
34	Z3B8	9.2496-21	3	27,09	4,161	0,026	0,098	0,016	0,060	0,012	0,029	0,047
35	Z3 L1	9.2496-22	3	27,76	4,573	0,016	0,101	0,024	0,087	0,019	0,049	0,047
36	Z3 L2	9.2496-23	3	26,89	3,563	0,011	0,053	0,013	0,051	0,010	0,037	0,036
37	Z3M1	9.1227-04	3	33,39	10,791	0,405	0,149	0,011	0,039	0,006	0,033	0,068
38	Z3M2	9.1227-05	3	37,22	12,945	0,392	0,336	0,021	0,091	0,011	0,057	0,082
39	Z3M3	9.1227-06	3	35,74	12,956	0,149	0,212	0,013	0,060	0,013	0,068	0,128
40	Z3M5	9.1227-08	3	21,99	0,798	0,058	0,075	0,003	0,013	0,003	0,047	0,417
41	Z3R1	9.1227-09	3	47,65	12,233	0,083	0,173	0,015	0,081	0,009	0,076	0,158
42	Z3R2	9.1227-10	3	31,85	8,836	0,071	0,128	0,009	0,067	0,008	0,054	0,122
43	Z3R3	9.1227-11	3	34,59	12,696	0,087	0,180	0,011	0,070	0,007	0,060	0,125
44	Z3S1	9.1227-12	3	28,38	4,141	0,022	0,085	0,019	0,085	0,015	0,105	0,168

Annexe III B : PCDD (poly chloro dibenzo-p- dioxines) en pg g⁻¹ (ng.kg⁻¹) de chair humide (2/3)

code ech	code lfremer	code Laberca	zone	% MS	Mat. grasse (%)	2378-TCDD	12378-PCDD	123478-HxCDD	123678-HxCDD	123789-HxCDD	1234678-HpCDD	OCDD
45	Z7D B1	9.2496-30	7D	25,25	2,463	0,069	0,070	0,004	0,014	0,004	0,015	0,061
46	Z7D B2	9.2496-31	ZD	24,15	0,996	0,042	0,021	0,002	0,009	0,003	0,008	0,103
47	Z7D B3	9.2496-32	ZD	31,72	2,064	0,062	0,055	0,001	0,015	0,005	0,020	0,070
48	Z7D B4	9.2496-33	ZD	26,30	2,475	0,067	0,054	0,003	0,028	0,006	0,018	0,067
49	Z7D B5	9.2496-34	ZD	24,25	1,529	0,031	0,032	0,004	0,016	0,005	0,024	0,295
50	Z7D B6	9.2496-35	ZD	26,12	2,322	0,062	0,049	0,003	0,014	0,003	0,012	0,051
51	Z7D R1	9.2496-36	ZD	22,75	0,615	0,047	0,056	0,003	0,010	0,002	0,014	0,088
52	Z7D R2	9.2496-37	ZD	22,63	0,772	0,023	0,045	0,003	0,013	0,005	0,015	0,074
53	Z7D R3	9.2496-38	ZD	22,42	0,673	0,039	0,054	0,004	0,012	0,003	0,016	0,051
54	Z7D R4	9.2496-39	ZD	22,63	1,953	0,093	0,212	0,009	0,053	0,009	0,018	0,117
55	Z7D R5	9.2496-40	ZD	22,60	1,416	0,052	0,157	0,009	0,022	0,005	0,019	0,103
56	Z7D R6	9.2496-41	ZD	22,63	2,167	0,106	0,287	0,009	0,068	0,017	0,043	0,158
57	Z4B1	9.1228-01	4	21,86	1,129	0,004	0,008	0,008	0,008	0,008	0,014	0,044
58	Z4B2	9.1228-02	4	22,62	1,584	0,006	0,010	0,002	0,002	0,002	0,010	0,023
59	Z4B3	9.1228-03	4	21,80	0,777	0,004	0,005	0,001	0,003	0,001	0,010	0,034
60	Z4B4	9.1228-04	4	20,92	0,536	0,002	0,001	0,002	0,002	0,002	0,009	0,039
61	Z4B5	9.2496-29	4	24,58	0,845	0,006	0,010	0,004	0,005	0,004	0,006	0,057
62	Z4M1	9.1228-05	4	28,66	5,360	0,015	0,024	0,002	0,009	0,003	0,024	0,033
63	Z4M2	9.1228-06	4	31,23	8,628	0,029	0,034	0,007	0,012	0,006	0,029	0,066
64	Z4M3	9.1228-07	4	33,18	9,290	0,028	0,041	0,004	0,014	0,006	0,034	0,100
65	Z4M4	9.1228-08	4	29,89	7,117	0,018	0,047	0,006	0,017	0,006	0,030	0,069
66	Z4M5	9.1228-09	4	28,63	5,411	0,015	0,030	0,005	0,013	0,002	0,026	0,085
67	Z4R1	9.2496-24	4	21,82	0,961	0,007	0,019	0,002	0,006	0,002	0,008	0,030
68	Z4R2	9.2496-25	4	20,23	0,363	0,006	0,009	0,005	0,005	0,006	0,007	0,034
69	Z4R3	9.2496-26	4	22,77	1,746	0,019	0,043	0,008	0,011	0,008	0,021	0,089
70	Z4R4	9.2496-27	4	22,11	0,136	0,005	0,006	0,001	0,004	0,001	0,008	0,035
71	Z4R5	9.2496-28	4	20,15	0,286	0,017	0,017	0,001	0,005	0,002	0,008	0,042
72	Z5B1	9.1225-01	5	24,60	1,312	0,006	0,014	0,002	0,008	0,003	0,032	0,137
73	Z5B2	9.1225-02	5	25,24	2,082	0,017	0,039	0,002	0,019	0,004	0,061	0,237
74	Z5B3	9.1225-03	5	23,49	0,534	0,014	0,030	0,002	0,015	0,004	0,045	0,161
75	Z5B4	9.1225-04	5	24,01	1,376	0,016	0,034	0,004	0,014	0,005	0,045	0,136
76	Z5B5	9.1225-05	5	23,71	2,141	0,003	0,015	0,002	0,014	0,004	0,046	0,133
77	Z5M1	9.1225-06	5	23,97	1,394	0,023	0,034	0,003	0,009	0,002	0,014	0,057
78	Z5M2	9.1225-07	5	21,64	0,716	0,014	0,013	0,006	0,006	0,006	0,017	0,048
79	Z5M3	9.1225-08	5	26,10	2,456	0,016	0,028	0,002	0,012	0,001	0,021	0,084
80	Z5M4	9.1225-09	5	23,63	0,920	0,018	0,023	0,005	0,005	0,005	0,023	0,095
81	Z5M5	9.1225-10	5	23,60	1,339	0,027	0,044	0,006	0,006	0,006	0,012	0,060
82	Z5R1	9.1225-11	5	27,85	5,305	0,049	0,185	0,010	0,041	0,007	0,028	0,075
83	Z5R2	9.1225-12	5	24,57	1,659	0,023	0,080	0,006	0,024	0,006	0,091	0,670
84	Z5R3	9.1225-13	5	22,90	0,911	0,014	0,049	0,002	0,007	0,003	0,020	0,080
85	Z5R4	9.1225-14	5	28,06	7,513	0,113	0,337	0,026	0,085	0,014	0,056	0,201
86	Z5R5	9.1225-15	5	26,68	6,020	0,049	0,192	0,015	0,069	0,007	0,035	0,124

Annexe III B : PCDD (poly chloro dibenzo-p- dioxines) en pg g⁻¹ (ng.kg⁻¹) de chair humide (3/3)

code ech	code lfremer	code Laberca	zone	% MS	Mat. grasse (%)	2378-TCDD	12378-PCDD	123478-HxCDD	123678-HxCDD	123789-HxCDD	1234678-HpCDD	OCDD
87	Z5S1	9.1225-16	5	30,77	8,501	0,047	0,193	0,016	0,051	0,020	0,054	0,092
88	Z5S2	9.1225-17	5	31,27	8,322	0,027	0,105	0,012	0,054	0,014	0,045	0,180
89	Z5S3	9.1225-18	5	25,58	3,699	0,023	0,109	0,010	0,049	0,011	0,037	0,115
90	Z5S4	9.1225-19	5	27,85	2,976	0,030	0,193	0,015	0,054	0,013	0,035	0,092
91	Z5S6	9.1225-20	5	27,34	5,447	0,062	0,294	0,018	0,081	0,022	0,043	0,054
92	Z6B1	9.1226-01	6	21,65	0,411	0,009	0,017	0,002	0,005	0,002	0,019	0,084
93	Z6B2	9.1226-02	6	21,31	0,067	0,007	0,007	0,002	0,004	0,002	0,021	0,149
94	Z6B3	9.1226-03	6	22,28	0,619	0,022	0,072	0,007	0,030	0,011	0,023	0,093
95	Z6B4	9.1226-04	6	21,12	0,726	0,009	0,017	0,004	0,008	0,004	0,014	0,042
96	Z6B5	9.1226-05	6	22,19	0,465	0,016	0,033	0,007	0,008	0,007	0,015	0,086
97	Z6M1	9.1226-06	6	39,03	1,710	0,028	0,057	0,005	0,014	0,005	0,048	0,231
98	Z6M2	9.1226-07	6	20,78	0,320	0,046	0,068	0,003	0,011	0,003	0,048	0,347
99	Z6M3	9.1226-08	6	20,35	0,235	0,015	0,025	0,004	0,004	0,004	0,026	0,118
100	Z6M4	9.1226-09	6	21,55	0,395	0,022	0,018	0,008	0,008	0,008	0,023	0,081
101	Z6M5	9.1226-10	6	19,99	0,395	0,047	0,049	0,005	0,009	0,005	0,022	0,141
102	Z6R1	9.1226-11	6	25,27	1,437	0,007	0,021	0,001	0,017	0,004	0,045	0,196
103	Z6R2	9.1226-12	6	25,15	1,918	0,013	0,039	0,003	0,020	0,003	0,028	0,156
104	Z6R3	9.1226-13	6	26,61	2,099	0,024	0,057	0,009	0,032	0,008	0,064	0,354
105	Z6R4	9.1226-14	6	26,52	2,774	0,014	0,047	0,009	0,029	0,007	0,033	0,138
106	Z6R5	9.1226-15	6	23,59	0,928	0,005	0,021	0,005	0,013	0,002	0,029	0,097
107	Z6S1	9.1226-16	6	23,81	0,387	0,023	0,105	0,020	0,053	0,025	0,046	0,103
108	Z6S2	9.1226-17	6	22,09	0,602	0,013	0,108	0,012	0,050	0,021	0,026	0,066
109	Z6S3	9.1226-18	6	23,90	0,759	0,025	0,095	0,013	0,046	0,015	0,038	0,071
110	Z6S4	9.1226-19	6	24,78	0,987	0,069	0,181	0,037	0,097	0,037	0,085	0,144
111	Z6S5	9.1226-20	6	24,89	1,294	0,145	0,183	0,028	0,070	0,029	0,040	0,116
112	Z8M1	9.2496-47	8	35,02	10,548	0,108	0,048	0,005	0,018	0,003	0,051	0,682
113	Z8M2	9.2496-48	8	41,48	17,838	0,133	0,082	0,008	0,025	0,007	0,040	0,484
114	Z8M3	9.2496-49	8	38,15	13,136	0,088	0,044	0,004	0,017	0,004	0,036	0,457
115	Z8M4	9.2496-50	8	24,58	6,278	0,046	0,030	0,004	0,008	0,004	0,027	0,410
116	Z8M5	9.2496-51	8	40,71	15,741	0,120	0,074	0,005	0,025	0,007	0,041	0,749
117	Z8R1	9.2496-42	8	24,12	1,080	0,033	0,042	0,008	0,024	0,008	0,038	1,105
118	Z8R2	9.2496-43	8	25,03	0,815	0,021	0,012	0,004	0,011	0,003	0,028	0,384
119	Z8R3	9.2496-44	8	22,63	0,851	0,019	0,024	0,004	0,015	0,004	0,023	0,732
120	Z8R4	9.2496-45	8	25,49	1,240	0,045	0,051	0,006	0,036	0,006	0,043	1,548
121	Z8R5	9.2496-46	8	22,63	0,678	0,029	0,023	0,002	0,010	0,002	0,024	0,918
122	Z8S1	9.2496-52	8	33,11	9,963	0,057	0,081	0,016	0,043	0,011	0,030	0,216
123	Z8S2	9.2496-53	8	34,49	10,743	0,050	0,097	0,006	0,045	0,011	0,038	0,167
124	Z8S3	9.2496-54	8	33,70	9,720	0,047	0,080	0,010	0,044	0,009	0,042	0,295
125	Z8S4	9.2496-55	8	33,81	9,809	0,061	0,086	0,010	0,045	0,011	0,042	0,300
126	Z8S5	9.2496-56	8	25,81	11,335	0,050	0,098	0,015	0,044	0,014	0,044	0,182

Annexe III C : PCDF (poly chloro dibenzofuranes) en pg g⁻¹ (ng.kg⁻¹) de chair humide (1/3)

code ech	code lfremer	code Laberca	zone	% MS	Mat. grasse (%)	2378-TCDF	12378-PCDF	23478-PCDF	123478-HxCDF	123678-HxCDF	234678-HxCDF	123789-HxCDF	1234678-HpCDF	1234789-HpCDF	OCDF
1	Z1B1	9.2496-01	1	24,38	1,604	0,793	0,115	0,293	0,033	0,021	0,019	0,005	0,017	0,014	0,045
2	Z1B2	9.2496-02	1	25,91	3,088	1,219	0,127	0,401	0,043	0,026	0,021	0,002	0,018	0,018	0,050
3	Z1B3	9.2496-03	1	27,52	5,233	1,975	0,177	0,477	0,047	0,030	0,027	0,002	0,015	0,012	0,047
4	Z1B4	9.2496-04	1	26,79	2,415	1,383	0,175	0,446	0,044	0,040	0,023	0,010	0,036	0,023	0,150
5	Z1 L1	9.2496-04	1	26,91	4,808	2,860	0,384	1,585	0,032	0,039	0,049	0,009	0,025	0,015	0,057
6	Z1 L2	9.2496-05	1	26,01	4,097	2,323	0,352	1,527	0,052	0,062	0,065	0,005	0,024	0,015	0,074
7	Z1M1	9.2496-05	1	40,93	18,800	7,149	0,253	1,269	0,066	0,039	0,035	0,013	0,053	0,035	0,215
8	Z1M2	9.2496-06	1	29,79	5,416	4,617	0,105	0,607	0,040	0,017	0,008	0,008	0,043	0,038	0,176
9	Z1M3	9.2496-07	1	34,31	11,189	3,684	0,106	0,504	0,039	0,022	0,021	0,003	0,043	0,033	0,179
10	Z2B1	9.2496-06	2	25,53	3,448	2,685	0,677	1,898	0,149	0,131	0,187	0,008	0,025	0,018	0,037
11	Z2B2	9.2496-07	2	24,05	1,879	0,494	0,048	0,163	0,015	0,008	0,007	0,006	0,016	0,020	0,073
12	Z2B3	9.2496-08	2	28,05	4,659	3,130	0,505	1,542	0,100	0,097	0,130	0,005	0,028	0,019	0,054
13	Z2B4	9.2496-09	2	28,24	2,797	1,974	0,089	0,393	0,025	0,013	0,014	0,005	0,022	0,016	0,062
14	Z2B5	9.2496-08	2	23,41	0,609	0,592	0,082	0,314	0,033	0,019	0,021	0,005	0,016	0,014	0,061
15	Z2B6	9.2496-09	2	25,82	2,135	2,215	0,471	0,999	0,142	0,096	0,058	0,007	0,031	0,016	0,060
16	Z2L1	9.2496-10	2	30,21	7,777	7,427	0,290	1,327	0,042	0,045	0,041	0,005	0,032	0,017	0,064
17	Z2L2	9.2496-11	2	34,76	7,489	6,371	0,423	1,883	0,069	0,072	0,097	0,005	0,044	0,019	0,089
18	Z2L3	9.2496-00	2	23,03	2,141	0,790	0,097	0,410	0,042	0,018	0,034	0,007	0,022	0,008	0,048
19	Z2L4	9.2496-01	2	23,84	1,614	0,620	0,126	0,447	0,033	0,022	0,029	0,007	0,022	0,013	0,070
20	Z2M1	9.2496-12	2	31,91	9,757	7,431	0,177	0,998	0,034	0,022	0,026	0,003	0,015	0,019	0,060
21	Z2M2	9.2496-13	2	42,91	18,564	14,961	0,218	1,592	0,061	0,033	0,045	0,012	0,033	0,028	0,078
22	Z2M3	9.2496-14	2	28,58	6,486	1,826	0,059	0,280	0,025	0,011	0,017	0,003	0,017	0,020	0,057
23	Z2M4	9.2496-15	2	22,35	1,486	2,348	0,039	0,290	0,013	0,008	0,008	0,005	0,014	0,011	0,036
24	Z2R1	9.2496-16	2	25,00	2,602	0,345	0,062	0,086	0,017	0,010	0,009	0,008	0,020	0,018	0,043
25	Z2R2	9.2496-02	2	32,85	6,732	1,523	0,209	0,316	0,045	0,028	0,038	0,003	0,038	0,026	0,181
26	Z2R3	9.2496-03	3	30,09	5,243	0,811	0,116	0,175	0,031	0,019	0,017	0,009	0,028	0,031	0,159
27	Z3B1	9.1227-01	3	24,95	1,935	2,208	0,183	0,741	0,038	0,026	0,026	0,003	0,016	0,015	0,036
28	Z3B2	9.1227-02	3	26,46	4,040	4,571	0,334	1,310	0,071	0,051	0,047	0,008	0,027	0,015	0,058
29	Z3B3	9.1227-03	3	24,95	1,935	5,394	0,509	2,133	0,129	0,079	0,069	0,019	0,030	0,017	0,041
30	Z3B4	9.2496-17	3	29,52	2,226	1,802	0,154	0,582	0,039	0,015	0,018	0,005	0,033	0,020	0,099
31	Z3B5	9.2496-18	3	24,30	1,715	0,449	0,053	0,170	0,022	0,009	0,013	0,005	0,021	0,021	0,081
32	Z3B6	9.2496-19	3	28,56	2,997	2,435	0,188	0,706	0,032	0,016	0,023	0,007	0,030	0,025	0,100
33	Z3B7	9.2496-20	3	27,87	2,721	2,148	0,155	0,634	0,030	0,025	0,024	0,005	0,025	0,031	0,084
34	Z3B8	9.2496-21	3	27,09	4,161	2,820	0,221	0,909	0,042	0,023	0,037	0,009	0,026	0,026	0,094
35	Z3 L1	9.2496-22	3	27,76	4,573	3,152	0,217	0,960	0,036	0,024	0,045	0,004	0,021	0,020	0,073
36	Z3 L2	9.2496-23	3	26,89	3,563	1,758	0,090	0,547	0,025	0,021	0,024	0,006	0,026	0,021	0,094
37	Z3M1	9.1227-04	3	33,39	10,791	5,690	0,146	0,819	0,035	0,027	0,021	0,004	0,034	0,023	0,060
38	Z3M2	9.1227-05	3	37,22	12,945	18,039	0,393	2,606	0,046	0,043	0,044	0,013	0,038	0,021	0,067
39	Z3M3	9.1227-06	3	35,74	12,956	7,020	0,212	1,587	0,041	0,027	0,034	0,016	0,033	0,021	0,086
40	Z3M5	9.1227-08	3	21,99	0,798	6,944	0,065	0,804	0,018	0,009	0,007	0,006	0,024	0,016	0,054
41	Z3R1	9.1227-09	3	47,65	12,233	8,998	0,302	1,105	0,054	0,030	0,031	0,008	0,032	0,022	0,067
42	Z3R2	9.1227-10	3	31,85	8,836	6,074	0,235	0,848	0,034	0,021	0,021	0,010	0,034	0,026	0,052
43	Z3R3	9.1227-11	3	34,59	12,696	10,634	0,319	1,223	0,044	0,022	0,028	0,010	0,028	0,031	0,063
44	Z3S1	9.1227-12	3	28,38	4,141	2,895	0,187	0,983	0,048	0,037	0,042	0,007	0,038	0,012	0,061

Annexe III C : PCDF (poly chloro dibenzofuranes) en pg g⁻¹ (ng.kg⁻¹) de chair humide (2/3)

code ech	code lfrerer	code Laberca	zone	% MS	Mat. grasse (%)	2378-TCDF	12378-PCDF	23478-PCDF	123478-HxCDF	123678-HxCDF	234678-HxCDF	123789-HxCDF	1234678-HpCDF	1234789-HpCDF	OCDF
45	Z7D B1	9.2496-30	7D	25,25	2,463	1,064	0,060	0,308	0,016	0,008	0,010	0,001	0,016	0,007	0,040
46	Z7D B2	9.2496-31	ZD	24,15	0,996	0,274	0,020	0,123	0,007	0,004	0,004	0,003	0,006	0,006	0,021
47	Z7D B3	9.2496-32	ZD	31,72	2,064	0,635	0,057	0,280	0,022	0,013	0,015	0,014	0,015	0,015	0,050
48	Z7D B4	9.2496-33	ZD	26,30	2,475	0,881	0,073	0,245	0,021	0,014	0,014	0,006	0,016	0,011	0,031
49	Z7D B5	9.2496-34	ZD	24,25	1,529	0,661	0,025	0,170	0,022	0,013	0,014	0,008	0,041	0,031	0,200
50	Z7D B6	9.2496-35	ZD	26,12	2,322	0,853	0,067	0,220	0,016	0,010	0,012	0,006	0,020	0,013	0,079
51	Z7D R1	9.2496-36	ZD	22,75	0,615	0,158	0,044	0,039	0,018	0,011	0,011	0,006	0,019	0,013	0,066
52	Z7D R2	9.2496-37	ZD	22,63	0,772	0,208	0,043	0,022	0,016	0,008	0,005	0,005	0,017	0,015	0,064
53	Z7D R3	9.2496-38	ZD	22,42	0,673	0,123	0,047	0,027	0,021	0,008	0,014	0,004	0,020	0,017	0,063
54	Z7D R4	9.2496-39	ZD	22,63	1,953	0,686	0,168	0,147	0,026	0,020	0,031	0,007	0,024	0,020	0,066
55	Z7D R5	9.2496-40	ZD	22,60	1,416	0,694	0,116	0,113	0,022	0,009	0,013	0,008	0,025	0,014	0,070
56	Z7D R6	9.2496-41	ZD	22,63	2,167	2,382	0,465	0,215	0,033	0,032	0,043	0,006	0,025	0,019	0,069
57	Z4B1	9.1228-01	4	21,86	1,129	0,092	0,009	0,035	0,011	0,003	0,002	0,002	0,020	0,017	0,066
58	Z4B2	9.1228-02	4	22,62	1,584	0,112	0,011	0,039	0,008	0,004	0,001	0,002	0,015	0,007	0,027
59	Z4B3	9.1228-03	4	21,80	0,777	0,072	0,011	0,030	0,010	0,004	0,002	0,001	0,012	0,008	0,031
60	Z4B4	9.1228-04	4	20,92	0,536	0,025	0,004	0,009	0,008	0,004	0,001	0,004	0,013	0,008	0,027
61	Z4B5	9.2496-29	4	24,58	0,845	0,076	0,015	0,056	0,010	0,004	0,003	0,002	0,014	0,011	0,031
62	Z4M1	9.1228-05	4	28,66	5,360	0,813	0,020	0,108	0,016	0,010	0,007	0,006	0,029	0,020	0,067
63	Z4M2	9.1228-06	4	31,23	8,628	1,494	0,018	0,170	0,018	0,006	0,005	0,005	0,013	0,012	0,040
64	Z4M3	9.1228-07	4	33,18	9,290	1,096	0,045	0,183	0,023	0,014	0,006	0,005	0,040	0,028	0,099
65	Z4M4	9.1228-08	4	29,89	7,117	3,183	0,045	0,279	0,032	0,011	0,015	0,008	0,029	0,041	0,115
66	Z4M5	9.1228-09	4	28,63	5,411	1,510	0,032	0,145	0,015	0,010	0,006	0,005	0,024	0,022	0,062
67	Z4R1	9.2496-24	4	21,82	0,961	0,126	0,019	0,018	0,015	0,006	0,005	0,004	0,018	0,020	0,070
68	Z4R2	9.2496-25	4	20,23	0,363	0,058	0,010	0,012	0,009	0,004	0,003	0,003	0,010	0,013	0,031
69	Z4R3	9.2496-26	4	22,77	1,746	0,390	0,034	0,041	0,009	0,007	0,006	0,006	0,014	0,010	0,036
70	Z4R4	9.2496-27	4	22,11	0,136	0,035	0,007	0,008	0,009	0,003	0,002	0,002	0,010	0,012	0,035
71	Z4R5	9.2496-28	4	20,15	0,286	0,004	0,005	0,007	0,008	0,004	0,003	0,002	0,014	0,008	0,031
72	Z5B1	9.1225-01	5	24,60	1,312	0,229	0,028	0,075	0,014	0,009	0,006	0,005	0,019	0,012	0,054
73	Z5B2	9.1225-02	5	25,24	2,082	0,429	0,066	0,189	0,020	0,019	0,011	0,005	0,031	0,008	0,072
74	Z5B3	9.1225-03	5	23,49	0,534	0,160	0,027	0,114	0,017	0,011	0,011	0,002	0,018	0,008	0,051
75	Z5B4	9.1225-04	5	24,01	1,376	0,625	0,115	0,299	0,021	0,014	0,008	0,003	0,019	0,015	0,052
76	Z5B5	9.1225-05	5	23,71	2,141	0,255	0,045	0,091	0,017	0,008	0,008	0,005	0,026	0,014	0,052
77	Z5M1	9.1225-06	5	23,97	1,394	0,964	0,027	0,139	0,016	0,011	0,007	0,004	0,017	0,014	0,060
78	Z5M2	9.1225-07	5	21,64	0,716	0,412	0,011	0,052	0,008	0,004	0,004	0,003	0,017	0,010	0,048
79	Z5M3	9.1225-08	5	26,10	2,456	0,642	0,019	0,089	0,017	0,010	0,005	0,005	0,019	0,016	0,063
80	Z5M4	9.1225-09	5	23,63	0,920	0,452	0,011	0,067	0,013	0,007	0,004	0,004	0,023	0,016	0,065
81	Z5M5	9.1225-10	5	23,60	1,339	0,742	0,018	0,129	0,012	0,006	0,004	0,003	0,012	0,015	0,042
82	Z5R1	9.1225-11	5	27,85	5,305	0,444	0,124	0,165	0,029	0,021	0,031	0,006	0,011	0,016	0,054
83	Z5R2	9.1225-12	5	24,57	1,659	0,354	0,049	0,077	0,019	0,012	0,014	0,004	0,035	0,012	0,072
84	Z5R3	9.1225-13	5	22,90	0,911	0,099	0,023	0,032	0,013	0,005	0,005	0,005	0,009	0,008	0,042
85	Z5R4	9.1225-14	5	28,06	7,513	0,485	0,117	0,165	0,030	0,024	0,043	0,005	0,028	0,014	0,058
86	Z5R5	9.1225-15	5	26,68	6,020	0,981	0,147	0,193	0,027	0,019	0,031	0,010	0,024	0,013	0,057

Annexe III C : PCDF (poly chloro dibenzofuranes) en pg g⁻¹ (ng.kg⁻¹) de chair humide (3/3)

code ech	code lfremer	code Laberca	zone	% MS	Mat. grasse (%)	2378-TCDF	12378-PCDF	23478-PCDF	123478-HxCDF	123678-HxCDF	234678-HxCDF	123789-HxCDF	1234678-HpCDF	1234789-HpCDF	OCDF
87	Z5S1	9.1225-16	5	30,77	8,501	0,605	0,115	0,683	0,025	0,026	0,030	0,003	0,025	0,025	0,088
88	Z5S2	9.1225-17	5	31,27	8,322	0,725	0,086	0,442	0,017	0,014	0,024	0,012	0,024	0,017	0,045
89	Z5S3	9.1225-18	5	25,58	3,699	0,630	0,070	0,382	0,021	0,020	0,025	0,010	0,026	0,017	0,044
90	Z5S4	9.1225-19	5	27,85	2,976	0,283	0,073	0,553	0,026	0,019	0,023	0,014	0,031	0,013	0,056
91	Z5S6	9.1225-20	5	27,34	5,447	0,623	0,122	0,800	0,032	0,028	0,038	0,010	0,019	0,022	0,056
92	Z6B1	9.1226-01	6	21,65	0,411	0,062	0,023	0,046	0,010	0,008	0,004	0,003	0,012	0,008	0,038
93	Z6B2	9.1226-02	6	21,31	0,067	0,035	0,005	0,033	0,012	0,004	0,003	0,003	0,014	0,010	0,044
94	Z6B3	9.1226-03	6	22,28	0,619	0,283	0,049	0,176	0,021	0,014	0,018	0,008	0,016	0,010	0,031
95	Z6B4	9.1226-04	6	21,12	0,726	0,142	0,021	0,073	0,015	0,010	0,008	0,007	0,014	0,012	0,042
96	Z6B5	9.1226-05	6	22,19	0,465	0,159	0,042	0,097	0,016	0,008	0,004	0,004	0,012	0,009	0,033
97	Z6M1	9.1226-06	6	39,03	1,710	1,499	0,038	0,231	0,032	0,017	0,013	0,008	0,040	0,033	0,096
98	Z6M2	9.1226-07	6	20,78	0,320	1,420	0,028	0,162	0,013	0,010	0,006	0,003	0,017	0,016	0,033
99	Z6M3	9.1226-08	6	20,35	0,235	0,790	0,011	0,089	0,011	0,009	0,006	0,005	0,019	0,012	0,056
100	Z6M4	9.1226-09	6	21,55	0,395	0,628	0,017	0,096	0,014	0,010	0,010	0,008	0,028	0,017	0,052
101	Z6M5	9.1226-10	6	19,99	0,395	2,565	0,049	0,289	0,015	0,006	0,005	0,005	0,020	0,022	0,078
102	Z6R1	9.1226-11	6	25,27	1,437	0,138	0,038	0,049	0,017	0,012	0,010	0,008	0,017	0,013	0,039
103	Z6R2	9.1226-12	6	25,15	1,918	0,132	0,045	0,047	0,021	0,011	0,014	0,005	0,020	0,019	0,059
104	Z6R3	9.1226-13	6	26,61	2,099	0,318	0,099	0,080	0,032	0,015	0,016	0,008	0,042	0,017	0,100
105	Z6R4	9.1226-14	6	26,52	2,774	0,242	0,061	0,072	0,023	0,021	0,013	0,008	0,024	0,023	0,076
106	Z6R5	9.1226-15	6	23,59	0,928	0,092	0,018	0,027	0,019	0,008	0,004	0,004	0,018	0,016	0,065
107	Z6S1	9.1226-16	6	23,81	0,387	0,268	0,098	0,443	0,041	0,024	0,036	0,010	0,038	0,019	0,103
108	Z6S2	9.1226-17	6	22,09	0,602	0,349	0,102	0,368	0,026	0,023	0,033	0,008	0,029	0,017	0,070
109	Z6S3	9.1226-18	6	23,90	0,759	0,227	0,087	0,386	0,034	0,027	0,025	0,001	0,021	0,024	0,087
110	Z6S4	9.1226-19	6	24,78	0,987	0,977	0,251	0,867	0,050	0,053	0,054	0,008	0,036	0,014	0,041
111	Z6S5	9.1226-20	6	24,89	1,294	0,140	0,126	0,676	0,031	0,043	0,044	0,008	0,026	0,021	0,079
112	Z8M1	9.2496-47	8	35,02	10,548	0,675	0,044	0,262	0,026	0,014	0,009	0,008	0,033	0,024	0,102
113	Z8M2	9.2496-48	8	41,48	17,838	0,928	0,049	0,313	0,026	0,012	0,008	0,007	0,039	0,026	0,104
114	Z8M3	9.2496-49	8	38,15	13,136	0,707	0,033	0,206	0,024	0,011	0,011	0,008	0,027	0,023	0,109
115	Z8M4	9.2496-50	8	24,58	6,278	0,408	0,028	0,122	0,014	0,006	0,004	0,007	0,021	0,018	0,086
116	Z8M5	9.2496-51	8	40,71	15,741	0,970	0,034	0,283	0,028	0,014	0,012	0,008	0,022	0,025	0,087
117	Z8R1	9.2496-42	8	24,12	1,080	0,109	0,096	0,301	0,040	0,017	0,016	0,008	0,025	0,020	0,074
118	Z8R2	9.2496-43	8	25,03	0,815	0,045	0,026	0,100	0,026	0,010	0,010	0,007	0,029	0,023	0,091
119	Z8R3	9.2496-44	8	22,63	0,851	0,077	0,056	0,175	0,021	0,007	0,008	0,007	0,023	0,011	0,076
120	Z8R4	9.2496-45	8	25,49	1,240	0,180	0,145	0,400	0,044	0,020	0,016	0,009	0,022	0,018	0,083
121	Z8R5	9.2496-46	8	22,63	0,678	0,041	0,038	0,137	0,022	0,010	0,005	0,005	0,027	0,014	0,073
122	Z8S1	9.2496-52	8	33,11	9,963	0,333	0,060	0,306	0,043	0,023	0,020	0,008	0,036	0,022	0,101
123	Z8S2	9.2496-53	8	34,49	10,743	0,459	0,077	0,359	0,049	0,025	0,022	0,010	0,031	0,015	0,103
124	Z8S3	9.2496-54	8	33,70	9,720	0,307	0,052	0,266	0,029	0,021	0,019	0,008	0,023	0,020	0,089
125	Z8S4	9.2496-55	8	33,81	9,809	0,340	0,056	0,293	0,031	0,016	0,023	0,008	0,025	0,020	0,099
126	Z8S5	9.2496-56	8	25,81	11,335	0,403	0,069	0,350	0,041	0,028	0,022	0,008	0,034	0,025	0,111

Annexe III D : PCB de type dioxine (PCB-DL) en pg⁻¹g (ng.kg⁻¹) de chair humide (1/3)

code ech	code lfremer	PCB77	PCB81	PCB126	PCB169	PCB105	PCB114	PCB118	PCB123	PCB156	PCB157	PCB167	PCB189
1	Z1B1	34,2	1,1	14,1	1,4	539,6	21,8	1871,3	68,2	242,8	60,9	176,6	30,1
2	Z1B2	52,1	1,6	18,7	2,0	782,7	36,0	3705,8	151,4	416,5	105,2	328,4	53,8
3	Z1B3	99,9	2,9	28,7	2,8	1186,9	45,3	4113,7	129,4	444,9	126,1	312,6	56,5
4	Z1B4	55,7	2,2	18,1	1,7	725,8	31,1	2879,1	72,5	339,7	98,3	248,5	51,9
5	Z1 L1	93,7	2,9	40,0	5,4	1496,4	58,1	6082,1	118,9	574,2	206,5	543,6	64,6
6	Z1 L2	56,4	2,1	28,2	4,8	874,4	27,2	2858,6	60,8	338,9	105,0	272,5	44,1
7	Z1M1	265,2	8,6	59,1	5,7	2745,9	164,6	10534,7	481,5	1206,6	341,8	885,4	145,0
8	Z1M2	120,9	6,5	40,1	4,0	2080,2	152,4	9161,2	268,5	1208,1	314,5	984,6	129,9
9	Z1M3	143,3	6,1	26,6	2,2	985,1	54,3	4180,1	171,1	418,0	124,1	360,9	51,4
10	Z2B1	63,6	0,9	25,7	3,5	803,7	24,8	2708,7	56,1	346,5	103,6	234,2	43,7
11	Z2B2	23,6	0,9	10,6	1,0	462,0	23,9	1555,2	54,2	200,8	57,2	119,4	20,6
12	Z2B3	94,4	1,9	29,8	3,5	1002,2	31,8	3602,4	134,3	388,8	130,5	341,4	50,1
13	Z2B4	64,3	1,6	16,9	1,2	680,3	26,5	2701,5	85,5	304,1	86,9	241,3	38,6
14	Z2B5	29,4	1,4	17,7	1,9	644,1	30,6	2317,7	97,3	361,8	103,9	226,7	55,4
15	Z2B6	103,3	7,5	32,9	3,3	1540,7	95,6	7157,4	184,3	1181,7	249,2	803,1	160,9
16	Z2L1	178,9	3,6	31,0	2,3	1140,9	30,4	4250,1	127,5	386,8	149,2	317,5	48,5
17	Z2L2	158,3	2,9	33,1	3,2	1123,4	35,1	4155,5	163,1	388,2	140,9	335,3	51,7
18	Z2L3	31,9	1,3	6,0	1,0	204,0	10,4	947,6	36,1	71,1	24,1	67,9	10,0
19	Z2L4	11,5	0,9	5,1	1,2	147,9	9,5	464,0	10,9	69,2	22,2	56,4	10,6
20	Z2M1	260,9	6,4	67,8	5,0	3845,1	162,5	14639,4	419,8	1726,0	436,6	1195,9	152,9
21	Z2M2	496,5	14,8	116,6	7,0	5952,0	291,9	24880,7	509,8	2441,2	601,3	1947,1	241,8
22	Z2M3	70,0	1,7	15,0	1,1	640,8	26,2	2267,4	60,5	258,0	72,6	171,5	24,3
23	Z2M4	82,2	2,3	13,5	1,0	799,6	37,0	3308,4	153,1	359,8	92,3	304,0	49,6
24	Z2R1	12,4	0,3	8,6	0,9	325,6	10,8	1147,5	29,9	142,5	45,1	113,3	19,0
25	Z2R2	66,5	2,6	22,6	2,8	638,6	32,9	2433,8	77,7	291,0	92,4	214,9	41,3
26	Z2R3	27,6	1,3	11,6	1,5	411,0	21,8	1445,8	35,4	181,8	58,6	144,7	24,0
27	Z3B1	132,5	2,8	37,8	2,7	2492,0	145,4	12921,9	470,0	1552,0	423,5	1275,9	214,4
28	Z3B2	245,5	5,9	57,3	4,9	3922,6	206,3	18056,8	715,2	2184,9	650,1	1568,3	339,2
29	Z3B3	352,0	11,7	92,6	7,6	8360,6	279,7	37305,2	1543,9	4308,3	1147,8	3098,2	375,5
30	Z3B4	35,4	1,9	11,5	1,2	664,7	17,1	2680,8	66,9	239,5	78,4	183,4	35,5
31	Z3B5	10,1	0,4	5,4	0,7	152,5	6,1	651,0	17,9	88,4	25,5	71,2	14,1
32	Z3B6	90,7	2,4	29,5	2,7	1643,3	49,7	7616,0	306,1	685,5	200,1	524,3	88,6
33	Z3B7	82,0	2,4	23,1	1,9	943,0	27,1	3435,7	106,3	344,6	112,9	262,7	38,9
34	Z3B8	60,6	1,9	21,6	1,9	1109,7	41,4	4171,1	155,9	372,0	130,8	345,0	52,8
35	Z3 L1	62,1	1,9	11,3	1,6	525,0	18,6	2112,8	64,4	154,1	59,6	158,7	21,4
36	Z3 L2	35,4	1,1	7,3	0,8	379,5	12,7	1474,8	34,7	121,1	44,5	104,7	16,1
37	Z3M1	188,0	5,8	46,5	4,4	2326,3	129,4	8527,1	392,2	834,5	215,4	588,5	86,8
38	Z3M2	612,1	15,3	134,7	11,9	7650,4	409,6	34379,0	1370,0	3196,6	841,2	1920,1	306,6
39	Z3M3	212,8	7,7	50,3	5,6	3190,3	155,4	14678,9	529,5	1463,2	380,8	1052,9	164,6
40	Z3M5	169,1	3,9	63,4	3,8	6114,6	224,7	26676,9	1125,0	2847,1	674,6	1902,8	252,7
41	Z3R1	431,4	9,9	80,6	5,3	7052,1	295,2	35635,7	996,2	2382,9	755,2	2194,3	314,9
42	Z3R2	326,0	16,8	61,4	3,7	4697,2	227,9	22204,0	1205,4	2289,2	590,8	1733,7	254,5
43	Z3R3	473,3	11,2	86,8	4,9	6888,9	256,6	29784,1	1382,6	2275,9	724,6	2101,8	313,0
44	Z3S1	128,2	1,9	23,8	2,3	1943,2	85,8	8614,4	358,0	793,1	246,0	664,4	105,8

Annexe III D : PCB de type dioxine (PCB-DL) en pg^{-1}g (ng.kg^{-1}) de chair humide (2/3)

code ech	code lfremer	PCB77	PCB81	PCB126	PCB169	PCB105	PCB114	PCB118	PCB123	PCB156	PCB157	PCB167	PCB189
45	Z7D B1	70,8	2,7	26,4	2,6	2003,6	87,8	7018,6	182,4	765,8	178,4	634,4	75,2
46	Z7D B2	19,1	1,7	31,9	2,7	1405,8	102,5	4805,2	269,2	632,5	155,8	586,0	77,2
47	Z7D B3	36,5	2,2	31,6	3,2	1459,5	69,1	4534,9	247,1	533,3	143,7	342,0	67,2
48	Z7D B4	47,8	2,1	17,8	2,0	753,4	27,4	2200,2	157,9	307,5	102,2	238,1	42,4
49	Z7D B5	33,2	2,0	13,2	1,3	701,6	39,3	2287,8	88,0	281,0	83,2	242,3	50,1
50	Z7D B6	54,0	2,1	20,7	2,0	961,4	61,9	3163,5	151,2	388,0	105,8	249,6	37,7
51	Z7D R1	7,3	0,3	7,4	0,7	399,3	24,1	1749,3	65,0	193,6	71,0	168,2	25,0
52	Z7D R2	8,0	0,2	4,2	0,6	110,7	5,0	410,0	20,4	82,4	32,2	69,1	16,6
53	Z7D R3	6,1	0,2	4,4	0,6	184,3	15,9	626,9	22,7	104,6	33,8	76,2	13,2
54	Z7D R4	32,5	0,9	24,2	2,7	637,7	51,7	2752,7	112,6	444,6	189,0	393,0	74,9
55	Z7D R5	31,4	0,8	15,9	2,2	414,0	27,5	1632,8	73,0	284,1	95,3	218,3	46,3
56	Z7D R6	78,8	1,3	43,1	6,1	1014,1	62,8	3773,0	159,9	933,1	276,8	620,7	169,0
57	Z4B1	4,1	0,2	3,3	0,5	172,1	9,0	512,4	27,5	79,0	23,9	60,4	10,5
58	Z4B2	4,2	0,5	8,5	0,6	441,1	27,8	1557,9	66,6	354,5	71,6	238,3	41,5
59	Z4B3	5,2	0,4	3,9	0,4	172,8	12,6	503,5	28,6	79,3	24,1	67,1	14,4
60	Z4B4	1,4	0,1	1,4	0,1	61,4	4,2	201,6	9,4	29,0	11,3	22,4	4,1
61	Z4B5	3,5	0,3	6,0	0,9	346,6	23,0	1205,8	43,6	206,5	57,6	167,8	27,9
62	Z4M1	23,7	1,0	7,2	0,7	298,9	15,2	931,5	67,8	121,8	39,3	100,6	14,3
63	Z4M2	49,8	2,0	14,1	1,0	654,7	35,6	1947,3	74,0	243,9	69,4	197,9	23,5
64	Z4M3	28,1	1,0	8,9	0,8	360,9	21,2	1002,3	69,0	146,2	44,8	113,8	13,8
65	Z4M4	117,0	3,5	19,0	1,1	1257,4	46,9	5772,4	346,6	453,8	140,9	429,1	36,1
66	Z4M5	37,6	1,4	9,5	0,7	456,4	18,3	1651,6	99,2	181,1	49,0	124,7	16,1
67	Z4R1	5,0	0,1	2,3	0,3	71,1	3,5	309,8	5,2	61,3	19,6	53,0	14,3
68	Z4R2	2,0	0,1	1,3	0,1	41,9	1,5	137,6	6,3	27,2	9,0	19,0	5,1
69	Z4R3	14,6	0,4	6,0	0,8	177,5	14,6	649,8	29,7	109,4	39,0	123,0	21,2
70	Z4R4	1,7	0,0	1,1	0,2	25,7	2,1	76,5	5,1	17,7	5,3	14,1	3,4
71	Z4R5	0,4	0,0	3,6	0,3	115,1	9,5	382,1	21,0	73,5	21,0	47,9	13,6
72	Z5B1	10,0	0,6	7,0	0,8	323,9	13,6	1122,8	41,6	179,8	45,5	128,9	27,1
73	Z5B2	13,3	4,5	21,0	4,2	1095,7	69,8	4545,5	158,5	916,2	216,6	719,3	119,5
74	Z5B3	5,7	0,4	9,8	1,8	403,7	21,4	1486,3	37,4	296,0	72,8	216,4	38,8
75	Z5B4	30,8	2,2	28,8	1,9	1833,5	93,9	7794,9	180,4	1179,0	324,8	860,0	179,8
76	Z5B5	4,5	0,2	3,4	0,6	114,8	7,5	425,1	9,7	87,2	20,0	55,5	10,8
77	Z5M1	27,3	0,9	5,9	0,6	235,2	9,7	735,1	33,6	115,7	31,7	82,2	11,5
78	Z5M2	11,3	0,6	3,3	0,3	146,5	7,3	414,0	27,3	64,7	20,2	49,9	9,1
79	Z5M3	22,3	1,3	5,3	0,5	211,7	10,7	607,9	33,7	94,1	30,8	75,8	9,2
80	Z5M4	16,0	0,8	3,5	0,3	194,9	12,0	538,1	18,8	88,0	28,0	62,7	12,9
81	Z5M5	26,0	1,3	6,9	0,5	278,2	14,6	815,0	37,9	129,3	43,2	113,5	17,6
82	Z5R1	23,2	0,8	14,5	1,8	494,6	30,4	1744,1	68,7	323,8	99,8	238,1	52,0
83	Z5R2	13,9	0,8	23,5	3,2	113,2	6,1	417,2	12,3	82,2	26,9	61,9	13,0
84	Z5R3	3,5	0,1	3,2	0,4	73,0	5,9	254,7	10,0	59,6	21,6	48,2	9,4
85	Z5R4	41,1	2,3	15,1	1,8	547,1	34,0	1753,7	74,1	281,6	108,2	216,7	46,5
86	Z5R5	39,5	1,4	17,7	1,9	732,2	35,6	2655,9	77,1	444,5	141,8	316,1	64,1

Annexe III D : PCB de type dioxine (PCB-DL) en pg^{-1}g (ng.kg^{-1}) de chair humide (2/3)

code ech	code lfremer	PCB77	PCB81	PCB126	PCB169	PCB105	PCB114	PCB118	PCB123	PCB156	PCB157	PCB167	PCB189
87	Z5S1	20,3	0,8	18,3	2,7	639,4	31,4	2323,8	61,5	291,8	85,0	232,8	31,7
88	Z5S2	23,2	0,8	12,4	1,6	531,4	22,6	1676,2	89,6	254,8	65,0	185,7	34,6
89	Z5S3	19,4	0,5	9,5	1,7	302,3	12,7	922,4	37,1	159,6	42,2	118,4	20,6
90	Z5S4	11,4	0,4	16,3	2,7	546,5	23,0	1496,8	55,7	261,6	75,8	163,8	26,8
91	Z5S6	24,1	0,7	25,1	4,1	893,5	34,4	2416,2	73,8	461,1	137,9	308,9	58,1
92	Z6B1	3,1	0,4	4,3	0,4	181,5	9,3	612,0	22,9	120,2	44,7	114,9	23,7
93	Z6B2	1,4	0,3	4,5	0,4	210,6	9,7	702,5	23,3	125,7	50,7	105,8	22,7
94	Z6B3	12,7	0,9	9,0	1,8	269,5	12,4	843,2	34,1	140,3	66,4	160,0	36,5
95	Z6B4	4,6	0,4	3,7	0,4	145,9	5,2	608,6	28,3	72,9	27,6	85,8	11,9
96	Z6B5	8,2	0,8	7,3	0,8	307,5	14,8	955,3	54,7	142,3	69,1	161,9	32,2
97	Z6M1	41,9	2,4	12,1	1,2	435,1	27,6	1339,7	99,7	213,1	77,2	181,5	33,0
98	Z6M2	51,4	3,3	11,5	1,1	585,4	30,5	1903,5	113,7	265,9	81,9	237,4	31,8
99	Z6M3	21,1	1,0	6,4	0,6	298,3	13,1	1033,0	45,8	133,3	34,3	124,0	20,7
100	Z6M4	16,9	0,8	5,8	0,5	250,4	14,6	733,5	63,4	131,4	42,5	101,8	20,1
101	Z6M5	71,3	2,3	16,6	1,3	806,6	36,2	2807,5	162,0	351,6	105,3	261,3	33,3
102	Z6R1	4,0	0,2	2,3	0,4	118,1	7,3	381,7	22,4	67,9	22,8	67,0	13,4
103	Z6R2	4,7	0,2	3,5	0,6	175,5	11,0	604,0	46,3	120,3	36,7	108,9	20,8
104	Z6R3	8,4	0,5	4,7	0,8	232,4	15,0	849,3	48,0	146,1	44,5	144,6	23,9
105	Z6R4	8,7	0,4	4,9	0,9	199,4	16,0	685,6	51,1	142,3	38,5	137,4	30,1
106	Z6R5	3,3	0,2	2,0	0,3	105,9	6,6	364,5	25,9	60,6	19,3	58,0	11,6
107	Z6S1	11,5	0,3	11,8	2,2	438,7	22,3	1261,1	71,4	280,5	83,5	164,6	37,1
108	Z6S2	10,5	0,3	9,9	1,7	360,9	17,6	1125,2	47,8	240,9	62,2	164,9	37,5
109	Z6S3	9,1	0,2	9,0	1,6	308,3	14,3	950,5	47,5	179,5	52,6	149,0	30,7
110	Z6S4	39,0	0,5	28,7	4,6	964,2	61,1	3207,0	150,8	625,0	167,0	487,0	101,4
111	Z6S5	6,5	0,2	24,1	3,9	962,6	48,0	2874,6	132,5	480,7	125,0	320,1	59,0
112	Z8M1	39,9	2,1	41,5	4,9	1744,9	165,5	6154,5	427,8	1703,3	317,1	1146,8	236,0
113	Z8M2	72,2	2,7	52,9	5,9	1700,7	187,1	6769,5	340,1	1539,4	256,7	1036,8	293,1
114	Z8M3	46,6	2,5	36,0	4,1	1146,6	134,1	4076,9	373,3	970,4	212,8	752,4	177,4
115	Z8M4	25,8	1,8	17,0	1,8	613,0	59,4	1923,5	128,5	532,8	118,0	347,1	87,3
116	Z8M5	60,9	2,5	46,9	5,4	1493,7	195,9	5202,7	604,6	1386,8	281,6	1105,9	176,8
117	Z8R1	10,5	1,0	10,4	1,6	356,1	41,7	1546,9	141,7	736,4	136,1	573,7	362,2
118	Z8R2	3,5	0,3	5,9	0,5	147,5	15,2	688,1	38,1	287,4	64,0	264,8	141,2
119	Z8R3	4,8	0,5	5,9	0,8	155,1	24,2	690,4	62,7	340,6	71,3	289,1	178,2
120	Z8R4	12,8	0,9	11,4	1,8	374,0	46,6	1586,7	78,0	692,8	154,4	654,0	348,0
121	Z8R5	3,5	0,4	5,5	0,7	138,8	19,4	709,0	46,6	338,4	65,0	328,6	179,9
122	Z8S1	32,8	1,2	22,5	3,4	697,0	65,1	2374,0	277,8	553,8	132,0	411,2	115,4
123	Z8S2	44,4	1,2	23,8	3,6	860,6	90,6	2555,3	207,3	598,1	139,8	431,4	132,1
124	Z8S3	29,7	1,5	21,1	2,9	844,9	83,7	1964,7	258,9	475,0	108,1	355,1	129,1
125	Z8S4	33,2	1,0	22,4	3,6	730,2	50,1	2448,5	105,6	701,8	141,6	389,4	125,6
126	Z8S5	39,3	1,2	22,5	3,4	798,0	57,5	2246,8	139,1	639,1	147,6	360,0	110,9

Annexe III E : TEQ pour les dioxines (PCDD et PCDF), les PCB de type dioxine et TEQ total pg g⁻¹ (ng.kg⁻¹) de chair humide (1/3)

code ech	code lfremer	code Laberca	zone	% MS	Mat. grasse (%)	TEQ diox Upper	TEQ diox Medium	TEQ Lower	TEQPCB Upper	TEQPCB Medium	TEQPCB Lower	TEQDiox+ PCB Upper	TEQDiox+ PCB Medium	TEQDiox+ PCB Lower
1	Z1B1	9.2496-01	1	24,38	1,60	0,333	0,333	0,332	1,840	1,840	1,840	2,173	2,173	2,172
2	Z1B2	9.2496-02	1	25,91	3,09	0,518	0,518	0,518	2,649	2,649	2,649	3,167	3,167	3,167
3	Z1B3	9.2496-03	1	27,52	5,23	0,649	0,649	0,649	3,768	3,768	3,768	4,416	4,416	4,416
4	Z1B4	9.2496-04	1	26,79	2,42	0,508	0,508	0,507	2,446	2,446	2,446	2,954	2,954	2,953
5	Z1 L1	9.2496-04	1	26,91	4,81	1,632	1,632	1,631	5,266	5,266	5,266	6,898	6,898	6,897
6	Z1 L2	9.2496-05	1	26,01	4,10	1,525	1,525	1,524	3,491	3,491	3,491	5,016	5,015	5,015
7	Z1M1	9.2496-65	1	40,93	18,80	2,125	2,124	2,124	8,248	8,248	8,248	10,373	10,372	10,372
8	Z1M2	9.2496-66	1	29,79	5,42	1,155	1,154	1,153	6,079	6,079	6,079	7,234	7,233	7,232
9	Z1M3	9.2496-67	1	34,31	11,19	1,027	1,027	1,027	3,542	3,542	3,542	4,569	4,569	4,569
10	Z2B1	9.2496-06	2	25,53	3,45	1,712	1,712	1,712	3,215	3,215	3,215	4,927	4,927	4,927
11	Z2B2	9.2496-07	2	24,05	1,88	0,232	0,232	0,231	1,428	1,428	1,428	1,660	1,660	1,659
12	Z2B3	9.2496-08	2	28,05	4,66	1,477	1,477	1,476	3,779	3,779	3,779	5,256	5,256	5,255
13	Z2B4	9.2496-09	2	28,24	2,80	0,464	0,464	0,464	2,271	2,271	2,271	2,735	2,735	2,734
14	Z2B5	9.2496-58	2	23,41	0,61	0,347	0,346	0,346	2,355	2,355	2,355	2,701	2,701	2,701
15	Z2B6	9.2496-59	2	25,82	2,14	1,257	1,257	1,256	5,014	5,014	5,014	6,271	6,271	6,271
16	Z2L1	9.2496-10	2	30,21	7,78	1,676	1,676	1,675	3,988	3,988	3,988	5,664	5,664	5,663
17	Z2L2	9.2496-11	2	34,76	7,49	1,977	1,977	1,976	4,194	4,194	4,194	6,171	6,170	6,170
18	Z2L3	9.2496-60	2	23,03	2,14	0,510	0,510	0,509	0,788	0,788	0,788	1,298	1,298	1,297
19	Z2L4	9.2496-61	2	23,84	1,61	0,496	0,495	0,495	0,634	0,634	0,634	1,130	1,129	1,129
20	Z2M1	9.2496-12	2	31,91	9,76	1,543	1,542	1,542	9,941	9,941	9,941	11,484	11,484	11,484
21	Z2M2	9.2496-13	2	42,91	18,56	3,138	3,138	3,137	16,631	16,631	16,631	19,770	19,769	19,769
22	Z2M3	9.2496-14	2	28,58	6,49	0,462	0,462	0,462	2,001	2,001	2,001	2,463	2,463	2,463
23	Z2M4	9.2496-15	2	22,35	1,49	0,518	0,518	0,518	2,045	2,045	2,045	2,563	2,563	2,563
24	Z2R1	9.2496-16	2	25,00	2,60	0,219	0,219	0,218	1,119	1,119	1,119	1,338	1,338	1,337
25	Z2R2	9.2496-62	2	32,85	6,73	0,827	0,827	0,827	2,827	2,827	2,827	3,654	3,654	3,654
26	Z2R3	9.2496-63	3	30,09	5,24	0,451	0,451	0,450	1,503	1,503	1,503	1,954	1,954	1,953
27	Z3B1	9.1227-01	3	24,95	1,93	0,712	0,712	0,712	6,502	6,502	6,502	7,214	7,214	7,214
28	Z3B2	9.1227-02	3	26,46	4,04	1,296	1,296	1,295	9,639	9,639	9,639	10,935	10,935	10,934
29	Z3B3	9.1227-03	3	24,95	1,93	1,926	1,925	1,924	17,025	17,025	17,025	18,951	18,950	18,949
30	Z3B4	9.2496-17	3	29,52	2,23	0,576	0,576	0,576	1,681	1,681	1,681	2,257	2,257	2,257
31	Z3B5	9.2496-18	3	24,30	1,71	0,201	0,200	0,200	0,697	0,697	0,697	0,898	0,898	0,897
32	Z3B6	9.2496-19	3	28,56	3,00	0,729	0,729	0,728	4,428	4,428	4,428	5,157	5,157	5,157
33	Z3B7	9.2496-20	3	27,87	2,72	0,647	0,647	0,647	3,030	3,030	3,030	3,677	3,677	3,677
34	Z3B8	9.2496-21	3	27,09	4,16	0,892	0,891	0,891	3,005	3,005	3,005	3,897	3,896	3,896
35	Z3 L1	9.2496-22	3	27,76	4,57	0,947	0,947	0,947	1,545	1,545	1,545	2,492	2,492	2,492
36	Z3 L2	9.2496-23	3	26,89	3,56	0,534	0,534	0,534	1,023	1,023	1,023	1,558	1,557	1,557
37	Z3M1	9.1227-04	3	33,39	10,79	1,555	1,555	1,555	6,446	6,446	6,446	8,000	8,000	8,000
38	Z3M2	9.1227-05	3	37,22	12,94	3,882	3,882	3,881	20,262	20,262	20,262	24,144	24,143	24,143
39	Z3M3	9.1227-06	3	35,74	12,96	1,888	1,888	1,887	7,971	7,971	7,971	9,860	9,859	9,858
40	Z3M5	9.1227-08	3	21,99	0,80	1,239	1,239	1,239	11,707	11,707	11,707	12,946	12,946	12,946
41	Z3R1	9.1227-09	3	47,65	12,23	1,748	1,748	1,748	14,295	14,295	14,295	16,044	16,043	16,043
42	Z3R2	9.1227-10	3	31,85	8,84	1,261	1,261	1,260	10,621	10,621	10,621	11,882	11,881	11,881
43	Z3R3	9.1227-11	3	34,59	12,70	1,978	1,978	1,977	14,262	14,262	14,262	16,241	16,240	16,240
44	Z3S1	9.1227-12	3	28,38	4,14	0,925	0,924	0,924	4,083	4,083	4,083	5,007	5,007	5,006

**Annexe III E : TEQ pour les dioxines (PCDD et PCDF), les PCB de type dioxine et TEQ total pg
g⁻¹ (ng.kg⁻¹) de chair humide (2/3)**

code ech	code lfremer	code Laberca	zone	% MS	Mat. grasse (%)	TEQ diox Upper	TEQ diox Medium	TEQ Lower	TEQPCB Upper	TEQPCB Medium	TEQPCB Lower	TEQDiox+ PCB Upper	TEQDiox+ PCB Medium	TEQDiox+ PCB Lower
45	Z7D B1	9.2496-30	7D	25,25	2,46	0,408	0,408	0,407	4,128	4,128	4,128	4,537	4,536	4,536
46	Z7D B2	9.2496-31	ZD	24,15	1,00	0,157	0,156	0,156	4,329	4,329	4,329	4,485	4,485	4,485
47	Z7D B3	9.2496-32	ZD	31,72	2,06	0,333	0,332	0,331	4,200	4,200	4,200	4,533	4,532	4,531
48	Z7D B4	9.2496-33	ZD	26,30	2,48	0,345	0,344	0,344	2,337	2,337	2,337	2,682	2,681	2,681
49	Z7D B5	9.2496-34	ZD	24,25	1,53	0,224	0,224	0,223	1,857	1,857	1,857	2,082	2,081	2,080
50	Z7D B6	9.2496-35	ZD	26,12	2,32	0,316	0,316	0,315	2,803	2,803	2,803	3,119	3,118	3,118
51	Z7D R1	9.2496-36	ZD	22,75	0,61	0,147	0,147	0,147	1,119	1,119	1,119	1,266	1,266	1,266
52	Z7D R2	9.2496-37	ZD	22,63	0,77	0,108	0,108	0,107	0,542	0,542	0,542	0,650	0,649	0,649
53	Z7D R3	9.2496-38	ZD	22,42	0,67	0,128	0,128	0,128	0,607	0,607	0,607	0,735	0,735	0,735
54	Z7D R4	9.2496-39	ZD	22,63	1,95	0,471	0,471	0,471	3,158	3,158	3,158	3,630	3,629	3,629
55	Z7D R5	9.2496-40	ZD	22,60	1,42	0,350	0,349	0,349	2,037	2,037	2,037	2,387	2,387	2,386
56	Z7D R6	9.2496-41	ZD	22,63	2,17	0,783	0,783	0,783	5,531	5,531	5,531	6,314	6,314	6,314
57	Z4B1	9.1228-01	4	21,86	1,13	0,045	0,043	0,042	0,468	0,468	0,468	0,513	0,512	0,510
58	Z4B2	9.1228-02	4	22,62	1,58	0,050	0,050	0,050	1,294	1,294	1,294	1,344	1,344	1,344
59	Z4B3	9.1228-03	4	21,80	0,78	0,035	0,035	0,035	0,525	0,525	0,525	0,560	0,560	0,560
60	Z4B4	9.1228-04	4	20,92	0,54	0,013	0,012	0,011	0,195	0,195	0,195	0,209	0,208	0,207
61	Z4B5	9.2496-29	4	24,58	0,85	0,056	0,056	0,055	0,917	0,917	0,917	0,973	0,973	0,972
62	Z4M1	9.1228-05	4	28,66	5,36	0,181	0,181	0,181	0,947	0,947	0,947	1,128	1,128	1,128
63	Z4M2	9.1228-06	4	31,23	8,63	0,305	0,305	0,304	1,870	1,870	1,870	2,175	2,174	2,174
64	Z4M3	9.1228-07	4	33,18	9,29	0,280	0,280	0,280	1,153	1,153	1,153	1,433	1,433	1,433
65	Z4M4	9.1228-08	4	29,89	7,12	0,536	0,535	0,534	2,985	2,985	2,985	3,521	3,520	3,519
66	Z4M5	9.1228-09	4	28,63	5,41	0,276	0,276	0,275	1,309	1,309	1,309	1,585	1,584	1,584
67	Z4R1	9.2496-24	4	21,82	0,96	0,053	0,053	0,053	0,317	0,317	0,317	0,370	0,370	0,370
68	Z4R2	9.2496-25	4	20,23	0,36	0,031	0,030	0,029	0,165	0,165	0,164	0,196	0,195	0,193
69	Z4R3	9.2496-26	4	22,77	1,75	0,129	0,127	0,126	0,776	0,776	0,776	0,905	0,903	0,902
70	Z4R4	9.2496-27	4	22,11	0,14	0,021	0,021	0,021	0,141	0,140	0,139	0,161	0,161	0,160
71	Z4R5	9.2496-28	4	20,15	0,29	0,042	0,042	0,042	0,470	0,470	0,470	0,512	0,512	0,512
72	Z5B1	9.1225-01	5	24,60	1,31	0,087	0,087	0,086	0,981	0,981	0,981	1,068	1,068	1,067
73	Z5B2	9.1225-02	5	25,24	2,08	0,206	0,206	0,205	3,343	3,343	3,343	3,549	3,549	3,548
74	Z5B3	9.1225-03	5	23,49	0,53	0,126	0,126	0,126	1,390	1,390	1,390	1,516	1,516	1,516
75	Z5B4	9.1225-04	5	24,01	1,38	0,275	0,275	0,275	4,705	4,705	4,705	4,980	4,980	4,980
76	Z5B5	9.1225-05	5	23,71	2,14	0,099	0,099	0,098	0,459	0,459	0,459	0,558	0,557	0,557
77	Z5M1	9.1225-06	5	23,97	1,39	0,229	0,229	0,229	0,776	0,776	0,776	1,005	1,005	1,004
78	Z5M2	9.1225-07	5	21,64	0,72	0,098	0,097	0,096	0,441	0,441	0,441	0,539	0,538	0,537
79	Z5M3	9.1225-08	5	26,10	2,46	0,160	0,159	0,159	0,694	0,694	0,694	0,854	0,854	0,854
80	Z5M4	9.1225-09	5	23,63	0,92	0,125	0,124	0,123	0,498	0,498	0,498	0,623	0,622	0,621
81	Z5M5	9.1225-10	5	23,60	1,34	0,215	0,214	0,214	0,912	0,912	0,912	1,127	1,127	1,126
82	Z5R1	9.1225-11	5	27,85	5,31	0,382	0,382	0,381	1,939	1,939	1,939	2,321	2,321	2,320
83	Z5R2	9.1225-12	5	24,57	1,66	0,189	0,189	0,188	2,501	2,501	2,501	2,690	2,690	2,689
84	Z5R3	9.1225-13	5	22,90	0,91	0,094	0,094	0,094	0,404	0,404	0,404	0,498	0,498	0,498
85	Z5R4	9.1225-14	5	28,06	7,51	0,611	0,610	0,610	1,983	1,983	1,983	2,594	2,594	2,594
86	Z5R5	9.1225-15	5	26,68	6,02	0,461	0,461	0,460	2,458	2,458	2,458	2,919	2,919	2,918

**Annexe III E : TEQ pour les dioxines (PCDD et PCDF), les PCB de type dioxine et TEQ total pg
g⁻¹ (ng.kg⁻¹) de chair humide (3/3)**

code ech	code lfremer	code Laberca	zone	% MS	Mat. grasse (%)	TEQ diox Upper	TEQ diox Medium	TEQ Lower	TEQPCB Upper	TEQPCB Medium	TEQPCB Lower	TEQDiox+ PCB Upper	TEQDiox+ PCB Medium	TEQDiox+ PCB Lower
87	Z5S1	9.1225-16	5	30,77	8,50	0,666	0,666	0,666	2,373	2,373	2,373	3,039	3,039	3,039
88	Z5S2	9.1225-17	5	31,27	8,32	0,445	0,445	0,444	1,662	1,662	1,662	2,107	2,107	2,106
89	Z5S3	9.1225-18	5	25,58	3,70	0,405	0,405	0,404	1,202	1,202	1,202	1,607	1,607	1,606
90	Z5S4	9.1225-19	5	27,85	2,98	0,548	0,547	0,546	2,050	2,050	2,050	2,598	2,598	2,597
91	Z5S6	9.1225-20	5	27,34	5,45	0,848	0,847	0,847	3,214	3,214	3,214	4,062	4,061	4,061
92	Z6B1	9.1226-01	6	21,65	0,41	0,060	0,060	0,060	0,604	0,604	0,604	0,664	0,664	0,664
93	Z6B2	9.1226-02	6	21,31	0,07	0,038	0,038	0,038	0,646	0,646	0,646	0,684	0,683	0,683
94	Z6B3	9.1226-03	6	22,28	0,62	0,224	0,224	0,223	1,152	1,152	1,152	1,376	1,375	1,375
95	Z6B4	9.1226-04	6	21,12	0,73	0,084	0,083	0,083	0,506	0,506	0,506	0,590	0,589	0,589
96	Z6B5	9.1226-05	6	22,19	0,47	0,122	0,121	0,120	0,984	0,984	0,984	1,106	1,105	1,104
97	Z6M1	9.1226-06	6	39,03	1,71	0,362	0,362	0,361	1,577	1,577	1,577	1,940	1,939	1,939
98	Z6M2	9.1226-07	6	20,78	0,32	0,343	0,343	0,343	1,617	1,617	1,617	1,960	1,960	1,960
99	Z6M3	9.1226-08	6	20,35	0,23	0,170	0,169	0,168	0,882	0,882	0,882	1,052	1,051	1,050
100	Z6M4	9.1226-09	6	21,55	0,39	0,159	0,158	0,157	0,790	0,790	0,790	0,950	0,949	0,947
101	Z6M5	9.1226-10	6	19,99	0,40	0,505	0,504	0,503	2,314	2,314	2,314	2,818	2,817	2,816
102	Z6R1	9.1226-11	6	25,27	1,44	0,076	0,076	0,075	0,333	0,333	0,333	0,409	0,409	0,408
103	Z6R2	9.1226-12	6	25,15	1,92	0,099	0,098	0,098	0,526	0,526	0,526	0,625	0,625	0,624
104	Z6R3	9.1226-13	6	26,61	2,10	0,171	0,170	0,170	0,697	0,697	0,697	0,868	0,868	0,867
105	Z6R4	9.1226-14	6	26,52	2,77	0,137	0,136	0,136	0,697	0,697	0,697	0,834	0,833	0,833
106	Z6R5	9.1226-15	6	23,59	0,93	0,056	0,055	0,055	0,295	0,295	0,295	0,351	0,350	0,350
107	Z6S1	9.1226-16	6	23,81	0,39	0,403	0,402	0,402	1,575	1,575	1,575	1,977	1,977	1,976
108	Z6S2	9.1226-17	6	22,09	0,60	0,363	0,363	0,363	1,332	1,332	1,332	1,695	1,695	1,694
109	Z6S3	9.1226-18	6	23,90	0,76	0,356	0,356	0,356	1,180	1,180	1,180	1,536	1,536	1,536
110	Z6S4	9.1226-19	6	24,78	0,99	0,828	0,828	0,828	3,793	3,793	3,793	4,621	4,621	4,620
111	Z6S5	9.1226-20	6	24,89	1,29	0,713	0,713	0,712	3,185	3,185	3,185	3,898	3,897	3,897
112	Z8M1	9.2496-47	8	35,02	10,55	0,366	0,366	0,366	6,163	6,163	6,163	6,529	6,529	6,529
113	Z8M2	9.2496-48	8	41,48	17,84	0,477	0,477	0,477	7,273	7,273	7,273	7,750	7,750	7,749
114	Z8M3	9.2496-49	8	38,15	13,14	0,316	0,315	0,315	4,885	4,885	4,885	5,201	5,200	5,199
115	Z8M4	9.2496-50	8	24,58	6,28	0,185	0,185	0,185	2,355	2,355	2,355	2,540	2,540	2,539
116	Z8M5	9.2496-51	8	40,71	15,74	0,444	0,444	0,444	6,440	6,440	6,440	6,884	6,884	6,884
117	Z8R1	9.2496-42	8	24,12	1,08	0,254	0,254	0,253	1,759	1,759	1,759	2,013	2,012	2,012
118	Z8R2	9.2496-43	8	25,03	0,81	0,097	0,097	0,097	0,884	0,884	0,884	0,981	0,981	0,981
119	Z8R3	9.2496-44	8	22,63	0,85	0,149	0,148	0,148	0,925	0,925	0,925	1,073	1,073	1,073
120	Z8R4	9.2496-45	8	25,49	1,24	0,337	0,336	0,336	1,849	1,849	1,849	2,186	2,186	2,185
121	Z8R5	9.2496-46	8	22,63	0,68	0,132	0,132	0,132	0,883	0,883	0,883	1,015	1,015	1,015
122	Z8S1	9.2496-52	8	33,11	9,96	0,344	0,344	0,343	3,013	3,013	3,013	3,357	3,357	3,357
123	Z8S2	9.2496-53	8	34,49	10,74	0,393	0,393	0,392	3,216	3,216	3,216	3,610	3,609	3,609
124	Z8S3	9.2496-54	8	33,70	9,72	0,308	0,307	0,307	2,797	2,797	2,797	3,105	3,104	3,104
125	Z8S4	9.2496-55	8	33,81	9,81	0,345	0,345	0,345	3,067	3,067	3,067	3,412	3,412	3,411
126	Z8S5	9.2496-56	8	25,81	11,34	0,385	0,385	0,384	3,045	3,045	3,045	3,430	3,430	3,430

Annexe III F : PBDE en ng g⁻¹ (µg.kg⁻¹) de chair humide (1/3)

code ech	code lfremer	code Laberca	zone	% MS	Mat. grasse (%)	PBDE28	PBDE47	PBDE99	PBDE100	PBDE153	PBDE154	PBDE183	S7 PBDE ind.(up)	S7 PBDE ind.(up) - Blanc
1	Z1B1	9.2496-01	1	24,38	1,60	0,010	0,213	0,007	0,042	0,003	0,018	0,007	0,301	0,294
2	Z1B2	9.2496-02	1	25,91	3,09	0,029	0,582	0,020	0,115	0,005	0,038	0,007	0,799	0,791
3	Z1B3	9.2496-03	1	27,52	5,23	0,023	0,671	0,024	0,126	0,005	0,043	0,005	0,903	0,894
4	Z1B4	9.2496-04	1	26,79	2,42	0,010	0,233	0,007	0,051	0,001	0,024	0,007	0,339	0,320
5	Z1 L1	9.2496-04	1	26,91	4,81	0,024	0,905	0,020	0,180	0,007	0,049	0,007	1,198	1,190
6	Z1 L2	9.2496-05	1	26,01	4,10	0,012	0,449	0,016	0,092	0,006	0,035	0,005	0,617	0,609
7	Z1M1	9.2496-65	1	40,93	18,80	0,108	2,471	0,374	0,609	0,063	0,159	0,012	3,804	3,778
8	Z1M2	9.2496-66	1	29,79	5,42	0,294	7,234	1,928	2,401	0,320	0,676	0,008	12,868	12,846
9	Z1M3	9.2496-67	1	34,31	11,19	0,069	1,403	0,389	0,327	0,063	0,121	0,009	2,389	2,366
10	Z2B1	9.2496-06	2	25,53	3,45	0,006	0,178	0,011	0,040	0,001	0,029	0,004	0,269	0,261
11	Z2B2	9.2496-07	2	24,05	1,88	0,063	1,784	0,010	0,357	0,005	0,071	0,004	2,293	2,286
12	Z2B3	9.2496-08	2	28,05	4,66	0,010	0,267	0,013	0,057	0,003	0,031	0,005	0,388	0,379
13	Z2B4	9.2496-09	2	28,24	2,80	0,009	0,261	0,031	0,047	0,004	0,018	0,005	0,379	0,370
14	Z2B5	9.2496-58	2	23,41	0,61	0,013	0,394	0,000	0,101	0,002	0,054	0,005	0,573	0,557
15	Z2B6	9.2496-59	2	25,82	2,14	0,113	1,778	0,001	0,393	0,013	0,113	0,005	2,420	2,405
16	Z2L1	9.2496-10	2	30,21	7,78	0,012	0,334	0,042	0,060	0,005	0,020	0,006	0,481	0,472
17	Z2L2	9.2496-11	2	34,76	7,49	0,009	0,275	0,032	0,050	0,004	0,019	0,008	0,400	0,389
18	Z2L3	9.2496-60	2	23,03	2,14	0,013	0,380	0,008	0,106	0,005	0,027	0,004	0,548	0,534
19	Z2L4	9.2496-61	2	23,84	1,61	0,029	0,989	0,015	0,232	0,016	0,088	0,003	1,378	1,360
20	Z2M1	9.2496-12	2	31,91	9,76	0,105	3,057	0,702	0,910	0,107	0,202	0,005	5,091	5,081
21	Z2M2	9.2496-13	2	42,91	18,56	0,134	5,007	0,393	1,204	0,090	0,260	0,007	7,098	7,085
22	Z2M3	9.2496-14	2	28,58	6,49	0,028	0,669	0,168	0,197	0,033	0,079	0,007	1,181	1,172
23	Z2M4	9.2496-15	2	22,35	1,49	0,047	0,907	0,208	0,230	0,037	0,079	0,003	1,511	1,505
24	Z2R1	9.2496-16	2	25,00	2,60	0,004	0,118	0,026	0,029	0,009	0,028	0,006	0,223	0,216
25	Z2R2	9.2496-62	2	32,85	6,73	0,011	0,575	0,122	0,124	0,031	0,089	0,007	0,959	0,937
26	Z2R3	9.2496-63	3	30,09	5,24	0,004	0,133	0,065	0,061	0,017	0,070	0,009	0,358	0,338
27	Z3B1	9.1227-01	3	24,95	1,93	0,027	0,741	0,012	0,137	0,008	0,041	0,005	0,971	0,962
28	Z3B2	9.1227-02	3	26,46	4,04	0,043	0,811	0,018	0,181	0,011	0,071	0,005	1,140	1,129
29	Z3B3	9.1227-03	3	24,95	1,93	0,061	1,173	0,005	0,218	0,010	0,063	0,002	1,540	1,508
30	Z3B4	9.2496-17	3	29,52	2,23	0,007	0,157	0,019	0,044	0,004	0,017	0,005	0,255	0,246
31	Z3B5	9.2496-18	3	24,30	1,71	0,004	0,088	0,006	0,015	0,001	0,007	0,005	0,128	0,121
32	Z3B6	9.2496-19	3	28,56	3,00	0,011	0,262	0,005	0,057	0,002	0,022	0,006	0,368	0,359
33	Z3B7	9.2496-20	3	27,87	2,72	0,009	0,203	0,006	0,038	0,003	0,016	0,004	0,282	0,275
34	Z3B8	9.2496-21	3	27,09	4,16	0,008	0,173	0,004	0,038	0,003	0,022	0,002	0,253	0,245
35	Z3 L1	9.2496-22	3	27,76	4,57	0,004	0,100	0,009	0,018	0,002	0,007	0,002	0,141	0,133
36	Z3 L2	9.2496-23	3	26,89	3,56	0,002	0,075	0,008	0,016	0,002	0,006	0,003	0,112	0,104
37	Z3M1	9.1227-04	3	33,39	10,79	0,125	3,159	0,397	0,806	0,064	0,171	0,004	4,726	4,667
38	Z3M2	9.1227-05	3	37,22	12,94	0,185	4,468	0,442	1,246	0,097	0,309	0,002	6,749	6,687
39	Z3M3	9.1227-06	3	35,74	12,96	0,170	2,752	0,333	0,662	0,053	0,176	0,002	4,147	4,081
40	Z3M5	9.1227-08	3	21,99	0,80	0,037	0,740	0,157	0,269	0,030	0,071	0,004	1,337	1,295
41	Z3R1	9.1227-09	3	47,65	12,23	0,010	0,495	0,162	0,177	0,044	0,125	0,005	1,030	0,976
42	Z3R2	9.1227-10	3	31,85	8,84	0,010	0,382	0,129	0,131	0,038	0,093	0,001	0,795	0,752
43	Z3R3	9.1227-11	3	34,59	12,70	0,016	0,593	0,160	0,176	0,035	0,089	0,002	1,073	1,026
44	Z3S1	9.1227-12	3	28,38	4,14	0,018	0,311	0,061	0,081	0,011	0,017	0,002	0,501	0,466

Annexe III F : PBDE en ng g⁻¹ (µg.kg⁻¹) de chair humide (2/3)

code ech	code lfremer	code Laberca	zone	% MS	Mat. grasse (%)	PBDE28	PBDE47	PBDE99	PBDE100	PBDE153	PBDE154	PBDE183	S7 PBDE ind.(up)	S7 PBDE ind.(up) - Blanc
45	Z7D B1	9.2496-30	7D	25,25	2,46	0,026	0,814	0,006	0,194	0,002	0,064	0,003	1,109	1,091
46	Z7D B2	9.2496-31	ZD	24,15	1,00	0,028	1,381	0,006	0,342	0,001	0,089	0,002	1,848	1,833
47	Z7D B3	9.2496-32	ZD	31,72	2,06	0,026	0,981	0,003	0,232	0,001	0,063	0,004	1,319	1,295
48	Z7D B4	9.2496-33	ZD	26,30	2,48	0,042	1,377	0,005	0,281	0,006	0,113	0,002	1,832	1,813
49	Z7D B5	9.2496-34	ZD	24,25	1,53	0,028	0,712	0,001	0,171	0,002	0,044	0,004	0,967	0,950
50	Z7D B6	9.2496-35	ZD	26,12	2,32	0,038	1,232	0,002	0,276	0,003	0,079	0,010	1,644	1,627
51	Z7D R1	9.2496-36	ZD	22,75	0,61	0,002	0,055	0,014	0,021	0,009	0,030	0,008	0,144	0,127
52	Z7D R2	9.2496-37	ZD	22,63	0,77	0,002	0,100	0,029	0,023	0,011	0,024	0,018	0,212	0,196
53	Z7D R3	9.2496-38	ZD	22,42	0,67	0,001	0,044	0,020	0,020	0,011	0,038	0,010	0,143	0,127
54	Z7D R4	9.2496-39	ZD	22,63	1,95	0,003	0,103	0,066	0,057	0,050	0,166	0,012	0,457	0,439
55	Z7D R5	9.2496-40	ZD	22,60	1,42	0,003	0,144	0,051	0,057	0,028	0,086	0,008	0,382	0,367
56	Z7D R6	9.2496-41	ZD	22,63	2,17	0,003	0,138	0,086	0,079	0,058	0,128	0,008	0,505	0,488
57	Z4B1	9.1228-01	4	21,86	1,13	0,003	0,108	0,010	0,024	0,001	0,006	0,003	0,163	0,132
58	Z4B2	9.1228-02	4	22,62	1,58	0,007	0,265	0,007	0,069	0,001	0,025	0,001	0,381	0,355
59	Z4B3	9.1228-03	4	21,80	0,78	0,004	0,097	0,009	0,021	0,001	0,008	0,001	0,148	0,122
60	Z4B4	9.1228-04	4	20,92	0,54	0,002	0,049	0,006	0,009	0,000	0,003	0,001	0,076	0,051
61	Z4B5	9.2496-29	4	24,58	0,85	0,003	0,086	0,005	0,024	0,000	0,003	0,005	0,128	0,115
62	Z4M1	9.1228-05	4	28,66	5,36	0,011	0,170	0,034	0,039	0,007	0,023	0,001	0,297	0,242
63	Z4M2	9.1228-06	4	31,23	8,63	0,024	0,417	0,094	0,094	0,016	0,043	0,012	0,713	0,657
64	Z4M3	9.1228-07	4	33,18	9,29	0,020	0,399	0,094	0,066	0,010	0,030	0,005	0,624	0,562
65	Z4M4	9.1228-08	4	29,89	7,12	0,019	0,328	0,104	0,083	0,015	0,040	0,003	0,593	0,538
66	Z4M5	9.1228-09	4	28,63	5,41	0,010	0,183	0,038	0,038	0,002	0,016	0,004	0,303	0,250
67	Z4R1	9.2496-24	4	21,82	0,96	0,000	0,012	0,004	0,004	0,003	0,011	0,002	0,039	0,032
68	Z4R2	9.2496-25	4	20,23	0,36	0,001	0,022	0,004	0,003	0,002	0,004	0,002	0,043	0,028
69	Z4R3	9.2496-26	4	22,77	1,75	0,001	0,035	0,012	0,014	0,004	0,016	0,003	0,091	0,074
70	Z4R4	9.2496-27	4	22,11	0,14	0,001	0,020	0,001	0,004	0,001	0,002	0,002	0,036	0,019
71	Z4R5	9.2496-28	4	20,15	0,29	0,001	0,021	0,006	0,006	0,003	0,014	0,002	0,057	0,042
72	Z5B1	9.1225-01	5	24,60	1,31	0,005	0,158	0,013	0,033	0,001	0,009	0,002	0,223	0,213
73	Z5B2	9.1225-02	5	25,24	2,08	0,026	1,499	0,023	0,470	0,002	0,058	0,003	2,084	2,073
74	Z5B3	9.1225-03	5	23,49	0,53	0,007	0,250	0,029	0,079	0,002	0,021	0,004	0,392	0,383
75	Z5B4	9.1225-04	5	24,01	1,38	0,009	0,391	0,021	0,066	0,003	0,016	0,004	0,511	0,501
76	Z5B5	9.1225-05	5	23,71	2,14	0,002	0,058	0,012	0,010	0,000	0,003	0,003	0,091	0,081
77	Z5M1	9.1225-06	5	23,97	1,39	0,008	0,152	0,052	0,048	0,013	0,032	0,002	0,311	0,299
78	Z5M2	9.1225-07	5	21,64	0,72	0,009	0,146	0,040	0,034	0,009	0,023	0,002	0,265	0,255
79	Z5M3	9.1225-08	5	26,10	2,46	0,014	0,254	0,094	0,069	0,017	0,049	0,004	0,505	0,492
80	Z5M4	9.1225-09	5	23,63	0,92	0,012	0,262	0,076	0,090	0,021	0,052	0,002	0,518	0,506
81	Z5M5	9.1225-10	5	23,60	1,34	0,014	0,275	0,103	0,099	0,028	0,076	0,004	0,601	0,591
82	Z5R1	9.1225-11	5	27,85	5,31	0,011	0,289	0,092	0,060	0,017	0,069	0,003	0,541	0,531
83	Z5R2	9.1225-12	5	24,57	1,66	0,005	0,330	0,032	0,044	0,006	0,021	0,002	0,440	0,430
84	Z5R3	9.1225-13	5	22,90	0,91	0,002	0,088	0,026	0,017	0,006	0,021	0,001	0,165	0,157
85	Z5R4	9.1225-14	5	28,06	7,51	0,014	0,489	0,118	0,147	0,052	0,182	0,001	1,007	0,995
86	Z5R5	9.1225-15	5	26,68	6,02	0,004	0,133	0,041	0,035	0,011	0,039	0,001	0,266	0,259

Annexe III F : PBDE en ng g⁻¹ (µg.kg⁻¹) de chair humide (3/3)

code ech	code lfremer	code Laberca	zone	% MS	Mat. grasse (%)	PBDE28	PBDE47	PBDE99	PBDE100	PBDE153	PBDE154	PBDE183	S7 PBDE ind.(up)	S7 PBDE ind.(up) - Blanc
87	Z5S1	9.1225-16	5	30,77	8,50	0,013	0,264	0,039	0,053	0,006	0,007	0,003	0,388	0,378
88	Z5S2	9.1225-17	5	31,27	8,32	0,009	0,237	0,032	0,045	0,005	0,006	0,005	0,342	0,331
89	Z5S3	9.1225-18	5	25,58	3,70	0,011	0,225	0,030	0,046	0,006	0,006	0,003	0,329	0,320
90	Z5S4	9.1225-19	5	27,85	2,98	0,009	0,391	0,032	0,124	0,004	0,005	0,003	0,567	0,558
91	Z5S6	9.1225-20	5	27,34	5,45	0,011	0,345	0,023	0,103	0,008	0,005	0,004	0,498	0,489
92	Z6B1	9.1226-01	6	21,65	0,41	0,003	0,099	0,021	0,016	0,001	0,005	0,003	0,149	0,143
93	Z6B2	9.1226-02	6	21,31	0,07	0,002	0,098	0,014	0,019	0,001	0,004	0,003	0,143	0,137
94	Z6B3	9.1226-03	6	22,28	0,62	0,005	0,142	0,012	0,023	0,000	0,010	0,002	0,196	0,190
95	Z6B4	9.1226-04	6	21,12	0,73	0,002	0,072	0,014	0,012	0,001	0,003	0,001	0,107	0,101
96	Z6B5	9.1226-05	6	22,19	0,47	0,004	0,131	0,019	0,021	0,001	0,011	0,002	0,191	0,185
97	Z6M1	9.1226-06	6	39,03	1,71	0,020	0,434	0,161	0,128	0,031	0,084	0,006	0,868	0,853
98	Z6M2	9.1226-07	6	20,78	0,32	0,036	0,954	0,346	0,298	0,064	0,154	0,003	1,854	1,847
99	Z6M3	9.1226-08	6	20,35	0,23	0,011	0,260	0,088	0,084	0,019	0,049	0,003	0,513	0,506
100	Z6M4	9.1226-09	6	21,55	0,39	0,007	0,172	0,050	0,051	0,012	0,036	0,001	0,332	0,321
101	Z6M5	9.1226-10	6	19,99	0,40	0,026	0,534	0,210	0,126	0,027	0,058	0,003	0,986	0,976
102	Z6R1	9.1226-11	6	25,27	1,44	0,002	0,072	0,022	0,010	0,002	0,008	0,003	0,122	0,112
103	Z6R2	9.1226-12	6	25,15	1,92	0,001	0,047	0,015	0,010	0,004	0,012	0,002	0,094	0,085
104	Z6R3	9.1226-13	6	26,61	2,10	0,002	0,070	0,021	0,016	0,004	0,018	0,004	0,142	0,131
105	Z6R4	9.1226-14	6	26,52	2,77	0,002	0,074	0,024	0,014	0,003	0,014	0,002	0,134	0,122
106	Z6R5	9.1226-15	6	23,59	0,93	0,001	0,043	0,014	0,008	0,001	0,007	0,002	0,077	0,067
107	Z6S1	9.1226-16	6	23,81	0,39	0,010	0,282	0,022	0,099	0,006	0,004	0,003	0,427	0,414
108	Z6S2	9.1226-17	6	22,09	0,60	0,006	0,160	0,019	0,050	0,004	0,003	0,002	0,245	0,233
109	Z6S3	9.1226-18	6	23,90	0,76	0,005	0,134	0,017	0,036	0,004	0,003	0,003	0,202	0,189
110	Z6S4	9.1226-19	6	24,78	0,99	0,016	0,454	0,040	0,131	0,014	0,014	0,005	0,673	0,660
111	Z6S5	9.1226-20	6	24,89	1,29	0,013	0,440	0,023	0,127	0,006	0,004	0,003	0,615	0,602
112	Z8M1	9.2496-47	8	35,02	10,55	0,037	0,876	0,166	0,346	0,034	0,114	0,015	1,587	1,562
113	Z8M2	9.2496-48	8	41,48	17,84	0,058	1,213	0,195	0,406	0,057	0,105	0,014	2,056	2,031
114	Z8M3	9.2496-49	8	38,15	13,14	0,037	0,736	0,151	0,267	0,039	0,107	0,014	1,358	1,332
115	Z8M4	9.2496-50	8	24,58	6,28	0,021	0,401	0,082	0,130	0,018	0,059	0,013	0,729	0,711
116	Z8M5	9.2496-51	8	40,71	15,74	0,049	1,024	0,192	0,324	0,047	0,121	0,018	1,783	1,755
117	Z8R1	9.2496-42	8	24,12	1,08	0,001	0,038	0,036	0,019	0,021	0,077	0,011	0,209	0,191
118	Z8R2	9.2496-43	8	25,03	0,81	0,001	0,031	0,015	0,010	0,014	0,041	0,009	0,128	0,109
119	Z8R3	9.2496-44	8	22,63	0,85	0,001	0,023	0,021	0,011	0,015	0,057	0,012	0,146	0,129
120	Z8R4	9.2496-45	8	25,49	1,24	0,001	0,046	0,039	0,018	0,032	0,079	0,007	0,227	0,209
121	Z8R5	9.2496-46	8	22,63	0,68	0,001	0,021	0,024	0,010	0,010	0,049	0,010	0,124	0,108
122	Z8S1	9.2496-52	8	33,11	9,96	0,059	0,431	0,051	0,141	0,019	0,022	0,011	0,742	0,716
123	Z8S2	9.2496-53	8	34,49	10,74	0,182	0,437	0,058	0,141	0,022	0,024	0,008	0,880	0,853
124	Z8S3	9.2496-54	8	33,70	9,72	0,022	0,395	0,055	0,169	0,014	0,021	0,010	0,686	0,660
125	Z8S4	9.2496-55	8	33,81	9,81	0,036	0,376	0,046	0,180	0,012	0,019	0,008	0,676	0,651
126	Z8S5	9.2496-56	8	25,81	11,34	0,131	0,402	0,058	0,141	0,014	0,023	0,007	0,782	0,757

Annexe III G : Composés polyfluorés (PFC) en ng g⁻¹ (µg.kg⁻¹) de chair humide (1/3)

code ech	code lfremer	PFBA	PFPA	PFBS	PFHxA	PFHpA	PFHxS	PFOA	PFHpS	PFNA	PFOS	PFDA	PFDS	PFUnA	PFDoA	PFTTrDA	PFTeDA
1	Z1B1																
2	Z1B2																
3	Z1B3																
4	Z1B4																
5	Z1 L1																
6	Z1 L2																
7	Z1M1	<2.30	<1.46	<0.73	<1.18	<0.39	<0.26	<0.20	<0.37	<0.20	3,76	<0.20	<0.38	<0.39	<0.12	<0.20	<0.39
8	Z1M2	<0.62	<0.32	<0.55	<0.59	<0.29	<0.20	<0.15	<0.56	<0.15	1,78	<0.15	<0.28	<0.29	<0.09	<0.21	<0.15
9	Z1M3	<4.41	<0.54	<0.62	<0.67	<0.34	<0.22	<0.17	<0.32	<0.17	3,04	<0.17	<0.32	<0.34	<0.10	<0.24	<0.17
10	Z2B1																
11	Z2B2																
12	Z2B3																
13	Z2B4																
14	Z2B5																
15	Z2B6																
16	Z2L1																
17	Z2L2																
18	Z2L3																
19	Z2L4																
20	Z2M1	<3.26	<0.92	<0.58	<0.62	<0.31	<0.21	<0.15	<0.29	<0.15	1,90	<0.15	<0.30	<0.31	<0.09	<0.15	<0.22
21	Z2M2	<4.13	<0.62	<0.78	<0.84	<0.42	<0.28	<0.21	<0.40	<0.21	1,28	<0.21	<0.41	<0.42	<0.13	<0.21	<0.21
22	Z2M3	<10.54	<0.64	<0.54	<0.58	<0.29	<0.19	<0.14	<0.55	<0.14	3,30	<0.14	<0.28	<0.29	<0.09	<0.14	<0.14
23	Z2M4																
24	Z2R1																
25	Z2R2																
26	Z2R3																
27	Z3B1	<0.12	<0.23	<0.46	<0.5	<0.25	<0.17	<0.12	<0.24	<0.12	7,52	<0.12	<0.24	<0.25	0,49	0,15	0,33
28	Z3B2	<0.15	<0.19	<0.49	<0.53	<0.26	<0.18	<0.13	<0.25	<0.13	7,06	0,21	<0.25	<0.26	0,30	0,11	<0.19
29	Z3B3	<0.11	<0.25	<0.48	<0.52	<0.26	0,24	<0.13	<0.25	<0.13	9,82	<0.13	<0.25	<0.26	0,55	0,36	0,68
30	Z3B4																
31	Z3B5																
32	Z3B6																
33	Z3B7																
34	Z3B8																
35	Z3 L1	<0.14	<0.19	<0.5	<0.54	<0.27	<0.18	<0.13	<0.51	<0.13	1,02	<0.13	<0.26	<0.27	<0.08	<0.13	<0.13
36	Z3 L2	<0.10	<0.19	<0.48	<0.52	<0.26	<0.17	<0.13	<0.50	<0.13	0,63	<0.13	<0.25	<0.26	<0.08	<0.13	<0.13
37	Z3M1	<8.74	<0.91	<0.63	<0.67	<0.34	<0.22	<0.17	<0.32	<0.17	2,60	<0.17	<0.32	<0.34	<0.10	<0.17	<0.17
38	Z3M2	<16.96	<1.06	<0.68	<0.74	<0.37	<0.24	<0.18	<0.70	<0.18	2,38	<0.18	<0.35	<0.37	<0.11	<0.18	<0.18
39	Z3M3	<7.67	<0.38	<0.66	<0.71	<0.36	<0.24	<0.18	<0.68	<0.18	1,00	<0.18	<0.34	<0.36	<0.11	<0.18	<0.18
40	Z3M5																
41	Z3R1	<0.37	<0.52	<0.86	<0.93	<0.46	1,28	<0.23	<0.44	0,14	7,67	0,27	<0.45	<0.46	0,11	<0.23	<0.23
42	Z3R2	<0.21	<0.29	<0.57	<0.61	<0.31	0,57	<0.15	<0.29	0,07	5,52	0,12	<0.29	<0.31	0,08	<0.15	0,14
43	Z3R3	<0.20	<0.53	<0.64	<0.68	<0.34	0,59	<0.17	<0.65	0,14	8,64	0,34	<0.33	<0.34	0,20	<0.17	<0.17
44	Z3S1	<2.53	<0.83	<0.52	<0.56	<0.28	<0.18	<0.14	<0.53	<0.14	1,46	<0.14	<0.27	<0.28	<0.08	<0.14	<0.14

Annexe III G : Composés polyfluorés (PFC) en ng g⁻¹ (µg.kg⁻¹) de chair humide (2/3)

code ech	code lfremer	PFBA	PFPA	PFBS	PFHxA	PFHpA	PFHxS	PFOA	PFHpS	PFNA	PFOS	PFDA	PFDS	PFUnA	PFDoA	PFTriDA	PFTeDA
45	Z7D B1																
46	Z7D B2																
47	Z7D B3																
48	Z7D B4																
49	Z7D B5																
50	Z7D B6																
51	Z7D R1																
52	Z7D R2																
53	Z7D R3																
54	Z7D R4																
55	Z7D R5																
56	Z7D R6																
57	Z4B1																
58	Z4B2																
59	Z4B3																
60	Z4B4																
61	Z4B5																
62	Z4M1	<5.16	<1.47	<0.53	<0.57	<0.29	<0.19	<0.14	<0.55	<0.14	1,05	<0.14	<0.28	<0.29	<0.09	<0.14	<0.14
63	Z4M2	<8.07	<1.53	<0.59	<0.63	<0.32	<0.21	<0.16	<0.60	<0.16	1,02	<0.16	<0.30	<0.32	<0.09	<0.16	<0.16
64	Z4M3	<9.55	<1.72	<0.62	<1.16	<0.33	<0.22	<0.17	<0.63	<0.17	1,25	<0.17	<0.32	<0.33	<0.10	<0.17	<0.20
65	Z4M4																
66	Z4M5																
67	Z4R1																
68	Z4R2																
69	Z4R3																
70	Z4R4																
71	Z4R5																
72	Z5B1	<0.63	<0.27	<0.46	<0.49	<0.25	<0.16	<0.12	<0.23	<0.12	0,80	<0.12	<0.24	<0.25	<0.07	0,10	<0.12
73	Z5B2	<3.90	<0.72	<0.47	<0.5	<0.25	<0.17	0,18	<0.24	<0.13	3,24	<0.13	<0.24	<0.25	<0.08	<0.13	<0.13
74	Z5B3	<0.53	<0.26	<0.43	<0.47	<0.23	<0.15	<0.12	<0.22	<0.12	6,05	<0.12	<0.22	0,31	0,10	0,32	<0.12
75	Z5B4																
76	Z5B5																
77	Z5M1	<0.20	<0.19	<0.45	<0.48	<0.24	<0.16	<0.12	<0.23	<0.12	1,76	<0.12	<0.23	<0.24	<0.07	0,12	<0.12
78	Z5M2	<0.88	<0.42	<0.41	<0.44	<0.22	<0.14	<0.11	<0.21	<0.11	1,19	<0.11	<0.21	<0.22	<0.07	<0.11	<0.11
79	Z5M3	<1.28	<0.25	<0.49	<0.53	<0.26	<0.17	0,13	<0.25	<0.13	1,30	<0.13	<0.25	<0.26	<0.08	0,12	<0.13
80	Z5M4																
81	Z5M5																
82	Z5R1	<0.77	<0.24	<0.5	<0.54	<0.27	<0.18	0,22	<0.26	0,28	0,96	<0.14	<0.26	<0.27	0,06	0,18	<0.14
83	Z5R2	<2.13	<0.28	<0.45	<0.49	<0.24	<0.16	<0.12	<0.23	0,09	0,85	<0.12	<0.23	<0.24	<0.07	0,08	<0.12
84	Z5R3	<0.04	<0.20	<0.41	<0.44	<0.22	<0.15	0,18	<0.21	0,16	0,55	<0.11	<0.21	<0.22	<0.07	0,15	<0.11
85	Z5R4																
86	Z5R5																

Annexe III G : Composés polyfluorés (PFC) en ng g⁻¹ (µg.kg⁻¹) de chair humide (3/3)

code ech	code lfremer	PFBA	PFPA	PFBS	PFHxA	PFHpA	PFHxS	PFOA	PFHpS	PFNA	PFOS	PFDA	PFDS	PFUnA	PFDoA	PFTTrDA	PFTeDA
87	Z5S1	<5.49	<0.62	<0.57	<0.62	<0.31	<0.2	<0.15	<0.59	<0.15	1,37	<0.15	<0.30	<0.31	<0.09	<0.15	<0.15
88	Z5S2	<5.81	<0.87	<0.59	<0.63	<0.32	<0.21	<0.16	<0.60	<0.16	1,64	<0.16	<0.30	<0.32	<0.09	<0.16	<0.16
89	Z5S3	<3.25	<0.75	<0.48	<0.51	<0.26	<0.17	<0.13	<0.24	<0.13	0,52	<0.13	<0.25	<0.26	<0.08	<0.13	<0.13
90	Z5S4																
91	Z5S6																
92	Z6B1	<0.44	<0.44	<0.41	<0.44	<0.22	<0.21	<0.11	<0.21	<0.11	0,94	<0.11	<0.21	<0.22	<0.07	0,14	<0.11
93	Z6B2	<0.43	<0.43	<0.4	<0.43	<0.21	<0.2	<0.11	<0.20	<0.11	0,85	<0.11	<0.21	<0.21	<0.06	0,19	<0.11
94	Z6B3	<0.44	<0.44	<0.41	<0.44	<0.22	<0.21	<0.11	<0.21	<0.11	0,74	<0.11	<0.21	<0.22	<0.07	0,14	<0.11
95	Z6B4																
96	Z6B5																
97	Z6M1	<1.42	<0.41	<0.73	<0.79	<0.39	<0.26	<0.20	<0.37	<0.20	1,47	<0.20	<0.38	<0.39	<0.12	0,28	<0.20
98	Z6M2	<0.16	<0.18	<0.39	<0.42	<0.21	<0.14	<0.10	<0.20	<0.10	0,70	<0.10	<0.20	<0.21	<0.06	0,09	<0.10
99	Z6M3	<0.18	<0.22	<0.38	<0.41	<0.21	<0.14	<0.10	<0.20	<0.10	0,74	<0.10	<0.20	<0.21	<0.06	<0.10	<0.10
100	Z6M4																
101	Z6M5																
102	Z6R1	<0.51	<0.51	<0.47	<0.51	<0.25	<0.24	<0.13	<0.24	0,17	1,01	<0.13	<0.24	<0.25	<0.08	0,20	<0.13
103	Z6R2	<1.23	<0.99	<0.46	<0.49	<0.25	<0.23	<0.12	<0.23	0,13	1,08	<0.12	<0.24	<0.25	<0.07	0,21	<0.12
104	Z6R3	<0.53	<0.80	<0.49	<0.53	<0.27	<0.25	<0.13	<0.25	0,12	1,32	<0.13	<0.26	<0.27	<0.08	0,25	<0.13
105	Z6R4																
106	Z6R5																
107	Z6S1																
108	Z6S2																
109	Z6S3																
110	Z6S4																
111	Z6S5																
112	Z8M1	<3.92	<0.90	<0.65	<1.23	<0.35	<0.23	<0.18	<0.67	<0.18	2,27	<0.18	<0.34	1,41	0,35	2,48	<0.35
113	Z8M2	<3.38	<1.86	<0.77	<0.83	<0.41	<0.27	<0.21	<0.39	<0.21	1,67	<0.21	<0.40	0,56	0,10	1,11	<0.21
114	Z8M3	<2.44	<0.67	<0.72	<0.77	<0.39	<0.26	<0.19	<0.37	<0.19	2,54	<0.19	<0.37	1,22	0,30	3,47	<0.39
115	Z8M4																
116	Z8M5																
117	Z8R1																
118	Z8R2																
119	Z8R3																
120	Z8R4																
121	Z8R5																
122	Z8S1																
123	Z8S2																
124	Z8S3																
125	Z8S4																
126	Z8S5																

Annexe III H : Mercure total en $\mu\text{g g}^{-1}$ (mg.kg^{-1}) de chair humide

code ech	code lfremer	% MS	Mat. grasse (%)	Hg tot ph	code ech	code lfremer	% MS	Mat. grasse (%)	Hg tot ph	code ech	code lfremer	% MS	Mat. grasse (%)	Hg tot ph
1	Z1B1	24,38	1,604	0,262	45	Z7D B1	25,25	2,463	0,287	87	Z5S1	30,77	8,501	
2	Z1B2	25,91	3,088	0,293	46	Z7D B2	24,15	0,996	0,659	88	Z5S2	31,27	8,322	
3	Z1B3	27,52	5,233	0,224	47	Z7D B3	31,72	2,064	0,433	89	Z5S3	25,58	3,699	
4	Z1B4	26,79	2,415	0,207	48	Z7D B4	26,30	2,475	0,222	90	Z5S4	27,85	2,976	
5	Z1 L1	26,91	4,808	0,219	49	Z7D B5	24,25	1,529	0,202	91	Z5S6	27,34	5,447	
6	Z1 L2	26,01	4,097	0,138	50	Z7D B6	26,12	2,322	0,311	92	Z6B1	21,65	0,411	
7	Z1M1	40,93	18,800	0,179	51	Z7D R1	22,75	0,615	0,184	93	Z6B2	21,31	0,067	
8	Z1M2	29,79	5,416	0,281	52	Z7D R2	22,63	0,772	0,203	94	Z6B3	22,28	0,619	
9	Z1M3	34,31	11,189	0,069	53	Z7D R3	22,42	0,673	0,173	95	Z6B4	21,12	0,726	
10	Z2B1	25,53	3,448		54	Z7D R4	22,63	1,953	0,340	96	Z6B5	22,19	0,465	
11	Z2B2	24,05	1,879	0,308	55	Z7D R5	22,60	1,416	0,244	97	Z6M1	39,03	1,710	
12	Z2B3	28,05	4,659	0,168	56	Z7D R6	22,63	2,167	0,233	98	Z6M2	20,78	0,320	
13	Z2B4	28,24	2,797	0,138	57	Z4B1	21,86	1,129		99	Z6M3	20,35	0,235	
14	Z2B5	23,41	0,609	0,430	58	Z4B2	22,62	1,584		100	Z6M4	21,55	0,395	
15	Z2B6	25,82	2,135	0,378	59	Z4B3	21,80	0,777		101	Z6M5	19,99	0,395	
16	Z2L1	30,21	7,777	0,034	60	Z4B4	20,92	0,536		102	Z6R1	25,27	1,437	
17	Z2L2	34,76	7,489	0,075	61	Z4B5	24,58	0,845	0,031	103	Z6R2	25,15	1,918	
18	Z2L3	23,03	2,141	0,158	62	Z4M1	28,66	5,360		104	Z6R3	26,61	2,099	
19	Z2L4	23,84	1,614	0,143	63	Z4M2	31,23	8,628		105	Z6R4	26,52	2,774	
20	Z2M1	31,91	9,757	0,260	64	Z4M3	33,18	9,290		106	Z6R5	23,59	0,928	
21	Z2M2	42,91	18,564	0,235	65	Z4M4	29,89	7,117		107	Z6S1	23,81	0,387	
22	Z2M3	28,58	6,486	0,094	66	Z4M5	28,63	5,411		108	Z6S2	22,09	0,602	
23	Z2M4	22,35	1,486	0,135	67	Z4R1	21,82	0,961		109	Z6S3	23,90	0,759	
24	Z2R1	25,00	2,602	0,062	68	Z4R2	20,23	0,363		110	Z6S4	24,78	0,987	
25	Z2R2	32,85	6,732	0,094	69	Z4R3	22,77	1,746		111	Z6S5	24,89	1,294	
26	Z2R3	30,09	5,243	0,049	70	Z4R4	22,11	0,136		112	Z8M1	35,02	10,548	0,159
27	Z3B1	24,95	1,935		71	Z4R5	20,15	0,286		113	Z8M2	41,48	17,838	0,137
28	Z3B2	26,46	4,040		72	Z5B1	24,60	1,312		114	Z8M3	38,15	13,136	0,279
29	Z3B3	24,95	1,935		73	Z5B2	25,24	2,082		115	Z8M4	24,58	6,278	0,271
30	Z3B4	29,52	2,226	0,159	74	Z5B3	23,49	0,534		116	Z8M5	40,71	15,741	0,241
31	Z3B5	24,30	1,715	0,171	75	Z5B4	24,01	1,376		117	Z8R1	24,12	1,080	0,640
32	Z3B6	28,56	2,997		76	Z5B5	23,71	2,141		118	Z8R2	25,03	0,815	0,662
33	Z3B7	27,87	2,721	0,152	77	Z5M1	23,97	1,394		119	Z8R3	22,63	0,851	0,834
34	Z3B8	27,09	4,161	0,081	78	Z5M2	21,64	0,716		120	Z8R4	25,49	1,240	0,678
35	Z3 L1	27,76	4,573	0,087	79	Z5M3	26,10	2,456		121	Z8R5	22,63	0,678	0,722
36	Z3 L2	26,89	3,563	0,038	80	Z5M4	23,63	0,920		122	Z8S1	33,11	9,963	0,071
37	Z3M1	33,39	10,791		81	Z5M5	23,60	1,339		123	Z8S2	34,49	10,743	0,079
38	Z3M2	37,22	12,945		82	Z5R1	27,85	5,305		124	Z8S3	33,70	9,720	0,098
39	Z3M3	35,74	12,956		83	Z5R2	24,57	1,659		125	Z8S4	33,81	9,809	0,152
40	Z3M5	21,99	0,798		84	Z5R3	22,90	0,911		126	Z8S5	25,81	11,335	0,081
41	Z3R1	47,65	12,233		85	Z5R4	28,06	7,513						
42	Z3R2	31,85	8,836		86	Z5R5	26,68	6,020						
43	Z3R3	34,59	12,696											
44	Z3S1	28,38	4,141											