

Etude nationale Afssa-InVS d'imprégnation aux polychlorobiphényles (PCB) des consommateurs réguliers de poissons d'eau douce

Support d'information

Questions et réponses sur les polychlorobiphényles (PCB) et l'étude d'imprégnation



Novembre 2009

SOMMAIRE

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES | 3 |
| <i>De l'émission des PCB dans l'environnement à leurs effets potentiels sur la santé humaine</i> | |
| REGLEMENTATION | 10 |
| <i>De l'interdiction au contrôle des PCB dans les aliments et l'environnement</i> | |
| CONTEXTE | 14 |
| <i>De la justification scientifique à la mise en œuvre de l'étude d'imprégnation</i> | |
| PROTOCOLE | 22 |
| <i>Du choix des sites de l'étude à l'analyse statistique des données</i> | |
| BIBLIOGRAPHIE | 25 |

CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES

De l'émission des PCB dans l'environnement à leurs effets potentiels sur la santé humaine

1. QUE SONT LES PCB ?

Par le terme "PCB" on désigne les polychlorobiphényles qui sont des composés chimiques synthétiques également connus, en France, sous le nom de **pyralènes**. La famille des PCB, qui appartient aux composés organochlorés polycycliques, regroupe 209 molécules également appelées congénères, qui se distinguent par le nombre (de 1 à 10) et la position des atomes de chlore.

Parmi les 209 congénères de PCB, on distingue :

- les 12 **PCB « dioxin-like »** ou PCB-DL, fortement chlorés, de structure plane, qui ont le même mécanisme de toxicité que les dioxines et furanes (ils se lient au même récepteur cellulaire) et qui sont donc généralement dosés en même temps que les 17 dioxines et furanes les plus toxiques ;
- les autres PCB, dits **PCB « non dioxin-like »** ou PCB-NDL qui agissent via un mécanisme d'action différent de celui des dioxines.

Par ailleurs, 7 congénères, dits **PCB « indicateurs »** ou PCB_i, très fortement chlorés, sont particulièrement persistants et présents dans l'environnement. Ils représentent environ 50% de l'ensemble des « congénères » de PCB présents dans les aliments d'origine animale et dans les tissus humains. Les PCB_i sont composés de 6 PCB-NDL et d'1 PCB-DL.

Les dosages des PCB dans l'environnement, les aliments ou chez l'homme concernent généralement :

- les 12 PCB « dioxin-like » ou PCB-DL dosés simultanément avec 17 dioxines et furanes ; les résultats sont exprimés en « Toxic Equivalent Quantity »¹ TEQ_{OMS} par application d'un coefficient de toxicité à chaque composé avant de faire la somme ; l'unité la plus employée est le picogramme (10^{-12} gramme) ;
- les 7 PCB_i, dosés pour estimer la contamination par les PCB totaux ; l'unité la plus employée est le nanogramme (10^{-9} gramme).

2. QUELLES SONT LES PRINCIPALES SOURCES DE PCB DANS L'ENVIRONNEMENT ?

Partout dans le monde, on retrouve d'infimes quantités de PCB dans l'environnement avec la plus grande majorité se retrouvant dans le sol et les sédiments fluviaux et marins. D'une manière générale, la contamination des sédiments résulte du lessivage par les eaux de pluie des sols pollués.

La présence de PCB dans l'environnement est **uniquement d'origine anthropique**. Les PCB n'existent pas à l'état naturel. Ils ont été fabriqués par l'Homme pour la première fois en 1929. Ils ont été largement utilisés pendant des décennies sous forme de mélange dans l'industrie pour leurs qualités d'isolation électrique, de lubrification et d'inflammabilité. On les retrouvait comme isolants dans les transformateurs électriques et les condensateurs, comme lubrifiants dans les turbines et les pompes ou comme composants d'huiles, de soudures, d'adhésifs, de peintures et de papiers autocopiants.

¹ La teneur d'un mélange de dioxines, furanes et PCB-DL est exprimée à l'aide d'un indice international de toxicité (I-TEQ) qui résume en une seule valeur la toxicité du mélange des 17 molécules les plus toxiques pour l'homme.

Leur présence dans l'environnement est principalement due à des contaminations « accidentelles » (déversements de quantités importantes par suite de fuites, d'explosions, d'incendies ou de rejets fortuits) et à des procédures inadéquates d'élimination qui ont eu cours dans le passé (décharges non contrôlées ou inappropriées, épandage des boues d'épuration).

Les niveaux de PCB en général diminuent depuis les années 1980, en raison des mesures de réduction des utilisations, du contrôle et de l'atténuation naturelle qui ont été entreprises dans de nombreux pays. **La production et la commercialisation des PCB sont interdites en France depuis 1987.**

Environ 10% des PCB produits depuis 1929 sont toujours présents dans l'environnement à l'heure actuelle.

3. QUE DEVIENNENT LES PCB DANS L'ENVIRONNEMENT ?

En règle générale, une fois présents dans l'environnement, les PCB s'accumulent. En effet, du fait de leur **grande stabilité chimique et physique**, les PCB sont extrêmement **persistants**. Ils ont une durée de vie importante (plusieurs années). Ils ne se décomposent pas facilement et sont difficiles à détruire.

Dans l'eau, les PCB s'évaporent peu, et ne se dissolvent pas facilement. Leur solubilité décroît avec l'augmentation du nombre d'atomes de chlore. De la même façon, plus les congénères de PCB possèdent d'atomes de chlore, moins ils ont tendance à se volatiliser.

Les PCB sont, de manière générale, fortement adsorbés sur les sédiments et sur les particules en suspension dans l'eau. A titre d'information, il a été estimé que plus de 88% des PCB dans les écosystèmes aquatiques se retrouvent au niveau des sédiments.

Toutefois, il est à noter que les PCB peuvent subir une réduction par des microorganismes présents dans les sédiments, conduisant à une perte d'atomes de chlore et la possibilité de remise en solution dans l'eau et de volatilisation depuis la colonne d'eau. Ce processus de biodégradation serait le stade ultime de dégradation des PCB. En effet, les PCB peuvent rester très longtemps enfouis dans ces sédiments avant d'être finalement libérés dans l'eau ou dans l'atmosphère.

Les PCB sont en revanche **très solubles dans les graisses**, ce qui explique pourquoi ils s'accumulent dans les graisses animales et tout au long de la chaîne alimentaire. Les animaux au sommet de la chaîne alimentaire ainsi que les animaux gras sont ainsi susceptibles de présenter des concentrations plus importantes en PCB.

4. COMMENT PUIS-JE ETRE EXPOSE AUX PCB ? QUELLE EST LA CONTRIBUTION DES POISSONS A MON EXPOSITION ?

L'alimentation constitue la principale source d'exposition de la population générale aux PCB (plus de 90% de l'exposition totale). Toute la population française est exposée aux PCB par l'alimentation générale. Les aliments les plus riches en PCB sont ceux d'origine animale, tels les poissons, le lait, les produits laitiers, les œufs et la viande.

Chez l'adulte, **environ 50 % de l'exposition alimentaire aux PCB est apportée par les produits de la pêche** (poissons d'eau douce, d'eau de mer et fruits de mer), 20 % par les viandes, 20 % par le lait et les produits laitiers.

Les personnes qui consomment de grandes quantités de ces aliments peuvent être exposées à des niveaux de PCB plus élevés que le reste de la population.

Les nourrissons peuvent aussi être exposés aux PCB contenus dans le lait maternel. Il est admis que l'allaitement contribue à environ 5 % de la charge corporelle observée à l'âge adulte.

En population générale, l'air et l'eau d'alimentation constituent des voies très marginales d'exposition aux PCB.

En revanche, les personnes qui sont au contact des PCB du fait de leurs activités professionnelles (installations d'élimination des PCB, entretien de vieux dispositifs électriques, transports ou manipulation...) peuvent être exposées à des concentrations plus élevées que le reste de la population. Il s'agit alors d'une exposition par inhalation ou contact cutané.

5. COMMENT MESURE-T-ON L'EXPOSITION HUMAINE AUX PCB ?

L'exposition de l'homme aux PCB étant très majoritairement d'origine alimentaire, elle peut être estimée à partir de déclarations de consommation alimentaire et de données de contamination des aliments.

Cependant, la **mesure de l'imprégnation, c'est-à-dire la concentration en PCB dans les milieux biologiques (sang, lait maternel ou graisses)**, permet de mieux connaître l'exposition humaine puisqu'elle dépend des consommations alimentaires et des contaminations des aliments dans le passé ainsi que de l'ensemble des voies d'exposition.

Ainsi, au moment du prélèvement, la mesure des concentrations de PCB dans les matrices biologiques fournit une estimation de la charge corporelle qui résulte principalement de l'exposition passée, exposition pouvant dater de plus de dix ans.

6. QUE DEVIENNENT LES PCB DANS LE CORPS HUMAIN ? COMMENT LES PCB SONT-ILS ELIMINES DE L'ORGANISME ET EN COMBIEN DE TEMPS ?

Une fois absorbés, les PCB traversent les membranes cellulaires et passent dans les vaisseaux sanguins et le système lymphatique. C'est généralement dans le foie et le tissu adipeux que l'on retrouve les plus fortes concentrations de PCB. Leur élimination se fait par les selles, les urines mais aussi par le lait maternel chez les femmes allaitantes.

En moyenne la demi-vie (temps nécessaire pour éliminer 50 % de la quantité absorbée) est de 7 ans pour les PCB totaux. En fonction des congénères (en fonction du nombre de chlores qu'ils contiennent et de leur position), elle peut varier de 6 mois à plus de 23 ans².

Du fait de cette cinétique très lente, les taux mesurés dans les matrices biologiques reflètent la charge corporelle et sont considérés comme le résultat de l'accumulation des doses absorbées depuis la naissance.

Aussi, l'exposition ponctuelle à des PCB via la consommation d'un aliment très contaminé aura peu d'impact sur la charge corporelle en PCB.

² Estimation à partir du modèle cinétique de Carrier (1991) sur la base des connaissances scientifiques actuelles en considérant la variation moyenne du poids corporel et la masse lipidique en population générale en fonction de l'âge, du sexe, de la naissance jusqu'à 80 ans.

7. QUELS SONT LES RISQUES LIÉS À L'EXPOSITION AUX PCB POUR LA SANTÉ HUMAINE ?

Aujourd'hui, il est avéré que la toxicité des PCB chez l'homme est essentiellement liée à leur accumulation dans l'organisme **sur le long terme (toxicité chronique)**. En effet, la toxicité sur le court terme (toxicité aiguë) est faible en population générale.

La plupart des connaissances scientifiques concernant la toxicité chronique des PCB pour l'homme, se fondent sur des études épidémiologiques réalisées :

- chez des personnes exposées par ingestion répétée d'aliments pollués accidentellement ou fortement contaminés (accidents de Yusho au Japon en 1968 et de Yu-Cheng à Taïwan en 1979 avec fuite d'un liquide contenant des PCB dans de l'huile de riz ; études de cohortes chez des mères et leur enfant) ;
- chez des personnes exposées professionnellement, principalement par inhalation et contact cutané (cohortes de travailleurs des usines de production de PCB et de fabrication de condensateurs et transformateurs).

Ces niveaux d'exposition étaient bien supérieurs à ceux susceptibles d'être associés à la contamination des aliments en France³.

D'autres études épidémiologiques visant à étudier les effets neurocomportementaux de l'exposition pré et post natale aux PCB ont été menées en population générale (cohortes mères-enfants, adultes), respectivement aux États-Unis, au Canada et en Europe⁴. Dans la majorité de ces études, les PCB ont été mesurés dans le sang (lipides plasmatiques) et le lait maternel.

Au regard des données disponibles (inconstance des résultats observés entre les études, différences selon le milieu biologique étudié, différences analytiques...), il s'avère impossible à l'heure actuelle de définir, au niveau individuel, une relation entre une dose absorbée (dose biologique interne) et un effet sanitaire.

Les principaux effets toxiques décrits des PCB, à partir des données disponibles, sont résumés ci-dessous :

- effets cutanés et oculaires (chloracné, irritations de la peau, hyperpigmentation, hypersécrétion des glandes lacrymales), effets respiratoires et gastro-intestinaux pour la plupart observés pour une exposition à de fortes doses ;
- effets sur le développement mental et moteur observés chez le jeune enfant exposé aux PCB pendant la grossesse et l'allaitement (diminution du quotient intellectuel, des capacités de mémorisation, d'apprentissage et visuelles) ;
- effets hépatiques (modification de taux d'enzymes hépatiques, augmentation de la mortalité par cirrhose du foie, augmentation ou diminution des taux de cholestérol et de tryglicérides) ;
- effets sur le système immunitaire (réduction de la réponse antigène-anticorps, nombre plus élevé de maladies infectieuses de l'enfant pendant le 1^{er} mois) ;
- effets sur le système endocrinien (activité oestrogénique ou antiœstrogénique, perturbation du fonctionnement de la thyroïde) ;
- effets sur la reproduction et le développement (avortement spontané, cycles menstruels irréguliers, fertilité diminuée, faible poids de naissance).

Comme cela avait été déjà observé chez le singe, **il apparaît que les effets sur le développement mental et moteur du jeune enfant exposé pendant la grossesse et**

³ A titre d'exemple, les apports alimentaires moyens en PCB totaux lors de l'accident de Yusho au Japon étaient de 1000 à 8000 fois supérieurs aux apports alimentaires moyens observés en population générale française.

⁴ Les données les plus exhaustives et les plus récentes sont issues d'une revue bibliographique réalisée par l'Institut national de Santé Publique du Québec (INSPQ 2007). Analyse exhaustive de la littérature depuis 1997 avec analyse critique (Critères de Hill).

l'allaitement constitue l'effet le plus critique observé chez l'homme (apparaissant aux plus bas niveaux d'exposition).

Toutefois, les résultats scientifiques sur les effets sanitaires des PCB sur l'homme restent incomplets et les recherches se poursuivent pour préciser ces connaissances. Ces questions sont extrêmement complexes puisque la quantité et la composition chimique des mélanges de PCB varient selon l'exposition.

De plus, les personnes exposées aux PCB peuvent avoir également été exposées à d'autres substances toxiques en même temps. Il est donc difficile de déterminer à quel point l'exposition environnementale aux PCB affecte la santé humaine.

8. LES PCB SONT-ILS A L'ORIGINE DU DEVELOPPEMENT DE CANCER(S) ?

Des études réalisées chez l'animal indiquent que les PCB peuvent être à l'origine de cancer. La probabilité de développer un cancer augmentant avec la dose d'exposition reçue, les PCB joueraient un rôle de promoteur dans les processus cancérogènes, c'est-à-dire qu'ils les favoriseraient.

Chez l'homme, plusieurs études suggèrent un lien entre l'exposition aux PCB et un risque accru de cancer (foie, rein, sein). **Néanmoins, l'ensemble des données disponibles examinant la relation entre cancers et expositions aux PCB souffre de limitations méthodologiques.** Ainsi, la communauté scientifique internationale ne s'accorde pas sur la classification des PCB concernant les effets cancérogènes. Ainsi, l'Union européenne n'a pas reconnu, en 2004, les PCB parmi les substances classées cancérogènes, en revanche le CIRC (qui fait partie de l'OMS) et l'US EPA les ont classés cancérogènes probables⁵ respectivement en 1987 et en 1997.

9. QUELS RISQUES POUR LA SANTE EN CAS D'INGESTION OU DE CONTACT AVEC DE L'EAU DES RIVIERES CONTAMINEES ? EN CAS DE CONSOMMATION DE CULTURES IRRIGUEES PAR L'EAU DES RIVIERES CONTAMINEES ?

En population générale, l'eau d'alimentation constitue une voie très marginale d'exposition aux PCB. De plus, les PCB ne s'évaporent pas, et ne se dissolvent pas facilement dans l'eau. Par ailleurs, il est avéré que la toxicité des PCB chez l'homme est essentiellement liée à leur accumulation dans l'organisme sur le long terme (toxicité chronique). Aussi, être en contact ou « boire la tasse » d'une eau contaminée en PCB n'aura pas d'impact sur la santé.

La pêche (sans consommation), la baignade et les sports nautiques ne présentent donc aucun risque sanitaire pour l'homme. Par ailleurs, les analyses très régulières effectuées sur l'eau potable démontrent l'absence de contamination en France⁶.

⁵ Le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC) et l'United States Environmental Protection Agency (US-EPA) ont classé les PCB comme cancérogènes probables chez l'homme (groupe 2A pour le CIRC et 2B pour l'US EPA, niveau de preuves limité chez l'homme mais niveau de preuves suffisant chez l'animal).

⁶ L'État, par l'intermédiaire du Ministère chargé de la Santé, organise le contrôle sanitaire des eaux d'alimentation. Dans ce cadre, il inspecte les installations de production, de traitement et de distribution d'eau et vérifie la qualité de l'eau utilisée puis distribuée. Les résultats des contrôles sanitaires sont affichés en mairie, avec l'indication du lieu où toutes les données (dont l'historique des résultats) peuvent être consultées.

Concernant la question de la transmission racinaire des PCB, les travaux existants démontrent une faible absorption des PCB par les cultures. Ainsi, les légumes peuvent être consommés après avoir été lavés et/ou épluchés, car ils ont pu être contaminés en surface par des retombées atmosphériques ou des particules de terre.

10. LES FEMMES ONT-ELLES PLUS DE RISQUE QUE LES AUTRES ? L'ALLAITEMENT EST-IL DECONSEILLE EN CAS DE CONSOMMATION DE POISSONS CONTAMINES ?

L'exposition *in utero* aux PCB a été retrouvée associée à des effets sur le développement neurocomportemental chez le jeune enfant. Ces effets étant associés à la charge corporelle de la mère en dioxines et PCB, les femmes en âge de procréer constituent une population sensible.

Dans les études s'intéressant aux effets chez le jeune enfant d'une exposition environnementale aux dioxines et/ou aux PCB, peu d'effet voire aucun n'a été retrouvé associé avec l'allaitement maternel seul.

Il est nécessaire de rappeler que l'allaitement maternel est recommandé par l'Organisation mondiale de la santé, si possible de manière exclusive durant les 6 premiers mois. En France, le programme national nutrition santé (PNNS) recommande également l'allaitement maternel. En effet, le lait de femme est un aliment évolutif essentiel. Les changements de composition au cours de la lactation (colostrum, lait de transition, lait définitif) et de la tétée (lait plus riche en lipides en fin de tétée) sont utiles à l'enfant dont les systèmes enzymatiques ne sont pas encore à maturité à la naissance. Les avantages de l'allaitement maternel ont été démontrés dans de nombreuses études : psychoaffectifs, immunologiques (réduit les risques d'infections et d'allergies), nutritifs, digestifs et métaboliques.

Pour les PCB, il est admis que l'allaitement maternel contribue à 5-10% de la charge corporelle observée à l'âge adulte⁷.

Concernant les dioxines, les experts (Organisation Mondiale de la Santé – 1998, Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments, Institut de Veille Sanitaire – juin 2000) conseillent de maintenir l'allaitement maternel quelle que soit la concentration en dioxines dans le lait car les avantages dépassent les risques. Il est simplement conseillé à la mère allaitant de ne pas maigrir pendant cette période. Elle risquerait en effet de libérer des dioxines à partir de son tissu graisseux qui seraient alors transférées au lait maternel. Le même raisonnement peut être appliqué pour les PCB.

11. QUELLE EST LA DOSE D'EXPOSITION (VIA L'INGESTION) TOLERABLE AUX PCB, C'EST-A-DIRE NE PRESENTANT PAS DE RISQUE POUR LA SANTE ?

En 2001, le comité international mixte FAO/OMS d'experts sur les additifs alimentaires et les contaminants⁸ (Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives and Contaminants - JECFA) a établi une dose mensuelle tolérable provisoire via l'ingestion (DMTP) de 70 pg/kg de poids corporel pour les **dioxines, furanes et PCB-DL**, soit une **dose journalière tolérable (DJT) de 2,33 pg/kg de poids corporel** (doses tolérables exprimées en équivalent toxique ou « Toxic Equivalent Quantity » TEQ-OMS).

La dose journalière (mensuelle) tolérable correspond à la quantité de substance qui peut être quotidiennement (mensuellement) ingérée par le consommateur, tout au long de sa vie, sans effets néfastes pour sa santé. Elle est établie en utilisant des facteurs de sécurité. Ainsi, un dépassement de cette valeur n'implique pas nécessairement des effets sanitaires.

⁷ Avis de l'AFSSA du 23 octobre 2007 relatif à l'établissement de teneurs maximales pertinentes en polychlorobiphényles qui ne sont pas de type dioxine (PCB « non dioxin-like », PCB-NDL) dans divers aliments.

⁸ (JECFA - Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture / Organisation mondiale de la santé).

Cependant, les PCB de type non dioxine (PCB-NDL) sont les congénères majoritairement retrouvés dans les matrices alimentaires de sorte que la référence, dans cette Dose Journalière Tolérable, aux seuls PCB de type dioxine (PCB-DL) n'est pas satisfaisante pour l'évaluation et la gestion des risques alimentaires liés aux PCB totaux.

Au vu de l'ensemble des informations disponibles dans la littérature scientifique et compte tenu de la convergence de différents types d'études toxicologiques vers une même valeur de référence, l'OMS a proposé une **dose journalière tolérable de 20 ng/kg de poids corporel**⁹ pour l'ensemble des 209 congénères de PCB. Cette dose de référence a été retenue en France par l'Afssa en 2003¹⁰.

Par ailleurs, la **somme des 6 PCB-NDL** représentant environ 50 % de l'ensemble des PCB présents dans les aliments, une **dose journalière tolérable de 10 ng/kg de poids corporel** a été retenue par l'Afssa pour ce groupe de 6 PCB. Cette valeur toxicologique de référence se base sur l'effet neurotoxique pour le fœtus exposé *in utero* pour une femme enceinte exposée. Elle s'applique donc aux femmes en âge de procréer et aux très jeunes enfants (moins de 3 ans).

12. QUEL EST LE NIVEAU D'IMPREGNATION EN PCB (LA CONCENTRATION EN PCB DANS L'ORGANISME) AU-DELA DUQUEL IL EXISTE UN RISQUE POUR LA SANTE ? Y A-T-IL UNE PRISE EN CHARGE MEDICALE PARTICULIERE POUR LES PERSONNES PRESENTANT UN NIVEAU D'IMPREGNATION IMPORTANT ?

Les connaissances scientifiques sur les effets sanitaires des PCB sont encore incomplètes et n'ont pas permis aux instances scientifiques, nationales et internationales, de fixer le niveau d'imprégnation à partir duquel il existe un risque avéré pour la santé. L'absence de valeur d'imprégnation de référence à ce jour ne permet pas de proposer une interprétation individuelle des niveaux d'imprégnation. De plus, il n'a pas été défini de niveau d'imprégnation au-dessus duquel un suivi ou une prise en charge médicale spécifique serait nécessaire.

Si les connaissances scientifiques le permettent d'ici la fin de l'étude, une interprétation individuelle sera proposée, en particulier pour les individus dépassant des seuils de référence (donc à des niveaux qui pourraient être considérés comme élevés).

⁹ Valeur toxicologique de référence retenue sur la base d'effets neurologiques observés chez le singe.

¹⁰ Saisine n° 2006-SA-0305 – 23/10/07 - Avis de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments relatif à l'établissement de teneurs maximales pertinentes en polychlorobiphényles qui ne sont pas de type dioxine (PCB « non dioxin-like », PCB-NDL) dans divers aliments.

REGLEMENTATION

De l'interdiction au contrôle des PCB dans les aliments et l'environnement

1. QUE FAIT-ON POUR LIMITER LES REJETS DE PCB DANS L'ENVIRONNEMENT ?

Etant donné la contamination de l'environnement par les PCB et leurs effets potentiels sur la santé humaine, leur utilisation et leur production sont aujourd'hui sévèrement restreintes, voire interdites dans de nombreux pays.

Depuis 20 ans ces substances ne sont plus ni produites ni utilisées dans la fabrication d'appareils en Europe. En France, les pouvoirs publics ont imposé des mesures, nécessairement progressives pour tenir compte de la durée de vie et du nombre important des matériels utilisant les PCB (environ 500 000 recensés) :

- **1979** : interdiction dans les encres, adhésifs, additifs et dans certaines huiles ;
- **1987** : interdiction de vendre, d'acquérir ou de mettre sur le marché des appareils contenant des PCB ;
- **2003** : le plan national de décontamination et d'élimination des appareils contenant des PCB prévoit un calendrier de décontamination des appareils recensés au plus tard pour le 31 décembre 2010.

Aujourd'hui, il peut encore exister des rejets de PCB dans l'environnement par les industries (élimination des appareils contenant des PCB) mais il s'agit de quantités très limitées et sous le strict contrôle du ministère chargé de l'écologie.

2. QUELS SONT LES SEUILS REGLEMENTAIRES ACTUELS DE CONTAMINATION DES ALIMENTS PAR LES PCB ET LES DIOXINES ?

Le règlement européen (CE) 1881/2006 du 19 décembre 2006¹¹ fixe des teneurs maximales en **dioxines et PCB-DL** dans les denrées alimentaires. Le principe général de ce règlement est l'interdiction de mise sur le marché d'une denrée qui présente une concentration supérieure aux seuils réglementaires.

Il est à noter qu'il n'existe pas, à l'heure actuelle, de réglementation pour les PCB-NDL alors que la contamination observée dans les aliments concerne tous les types de PCB et en particulier les PCB-NDL. Une réflexion est en cours au niveau européen sur la fixation de teneurs maximales en PCB-NDL dans divers aliments.

Les seuils actuels sont présentés dans le tableau suivant pour les **poissons et produits de la pêche** (il existe aussi des teneurs maximales pour la viande, le lait, les œufs et les huiles et graisse).

| | Teneurs maximales | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| | Somme des dioxines (OMS-PCDD/F -TEQ) (1) | Somme des dioxines et PCB de type dioxine (OMS-PCDD/F-PCB-TEQ) |
| Chair musculaire de poissons et produits de la pêche dérivés, à l'exclusion des anguilles | 4 pg /g de poids à l'état frais (2) | 8 pg /g de poids à l'état frais |
| Mollusques | | |
| Chair musculaire d'anguille (<i>Anguilla anguilla</i>) et produits dérivés | 4 pg /g de poids à l'état frais | 12 pg /g de poids à l'état frais |

(1) Somme des polychlorodibenzo-para-dioxines (PCDD) et des polychlorodibenzofurannes (PCDF), exprimée en équivalents toxiques de l'Organisation mondiale de la santé (OMS), après application des TEF-OMS (facteurs d'équivalence toxique).

(2) 1 pg/g ou picogramme par gramme = 1 µg/kg = 1ppm ou partie par million

¹¹ Règlement (CE) n°1881/2006 de la Commission du 19 décembre 2006 portant fixation de teneurs maximales pour certains contaminants dans les denrées alimentaires.

Ces valeurs réglementaires sont d'un ordre de grandeur cohérent avec la valeur toxicologique de référence pour les PCDD/F + PCB-DL, même si elles restent pragmatiques.

3. COMMENT S'ORGANISE LA SURVEILLANCE DES DENREES ALIMENTAIRES ? EST-IL POSSIBLE DE CONSULTER LES RESULTATS DE CETTE SURVEILLANCE ? OU LA PECHE EN VUE DE LA COMMERCIALISATION DU POISSON EST-ELLE INTERDITE ?

Des **plans nationaux de surveillance**¹² sont programmés par la Direction générale de l'alimentation (DGAL, ministère de l'agriculture et de la pêche) chaque année sur les denrées alimentaires mises sur le marché (viande, lait, œufs, poissons, crustacés, mollusques). Ils visent à rechercher les niveaux de contamination des denrées mises sur le marché, notamment en dioxines, PCB de type dioxine (PCB-DL) et PCB de type non dioxine (PCB-NDL).

Des **plans de contrôle**¹³ sont réalisés lorsque les plans de surveillance mettent en évidence des résultats non conformes à la réglementation et que des investigations complémentaires sont nécessaires pour caractériser ces non conformités et ainsi définir les mesures de gestion appropriées.

Le ministère de l'agriculture et de la pêche est chargé de veiller au respect de la réglementation européenne en matière de denrées d'origine animale. Localement, cette mission revient aux services vétérinaires.

La synthèse annuelle de ces plans est disponible à l'adresse suivante :

<http://agriculture.gouv.fr/sections/thematiques/alimentation/securite-sanitaire/surveillance-controles-alertes>

Depuis plusieurs mois, des dépassements des valeurs réglementaires ont été constatés dans des poissons d'eau douce et ont conduit les autorités locales (préfets de département) à interdire la pêche professionnelle et la commercialisation de certaines espèces de poissons, dans certains secteurs (les fleuves Rhône, Somme, Seine).

Le bilan des interdictions de pêche en vue de la commercialisation est disponible sur le site du ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de l'aménagement du territoire (MEEDAT) à l'adresse suivante :

http://www.developpement-durable.gouv.fr/article.php3?id_article=4072&var_recherche=PCB

¹² Les plans de surveillance ont pour objectif d'évaluer de façon globale l'exposition du consommateur à un risque. Ils sont toujours fondés sur un échantillonnage réalisé de manière aléatoire au niveau de la mise sur le marché d'aliments d'origine nationale ou non.

¹³ Des plans de contrôle sont mis en place à la suite de non-conformités identiques et récurrentes identifiées par un plan de surveillance, l'objectif étant d'affiner la connaissance sur l'origine d'une contamination pour prendre les mesures de gestion adéquates. Les prélèvements sont réalisés sur la base de critères de ciblage prédéterminés et non plus selon un échantillonnage aléatoire.

4. POURQUOI CES INTERDICTIONS DE PECHE APPARAISSENT-ELLES PLUS FREQUENTES AUJOURD'HUI QU'AUPARAVANT ?

L'épisode de pollution des années 1980 a entraîné la mise en place d'un suivi régulier comprenant des analyses de poissons.

Ce suivi s'est arrêté en 1999, lorsque les concentrations observées étaient bien en dessous de la réglementation en vigueur à l'époque.

En effet, un arrêté ministériel du 16 février 1988 imposait le retrait du marché des poissons d'eau douce présentant des concentrations en PCB totaux supérieures à 2 mg/kg (2000 ng/g).

Récemment, le règlement européen de décembre 2006 a fixé un seuil pour le critère « somme des dioxines, furanes et PCB de type dioxine », dans les denrées alimentaires. Cette évolution réglementaire, liée à l'évolution des connaissances sur la toxicité des PCB, a conduit à identifier des zones de pêche où les poissons dépassent maintenant les nouvelles valeurs réglementaires.

5. QUI EST CONCERNE PAR LES INTERDICTIONS DE PECHE ? EST-IL POSSIBLE DE CONSOMMER LES PRODUITS ISSUS DE LA PECHE SPORTIVE ALORS QU'UNE INTERDICTION A ETE PRECONISEE ?

Les arrêtés préfectoraux pris localement font référence principalement à **l'interdiction de la mise sur le marché** des produits issus de la pêche ainsi qu'à l'interdiction de détenir, de débarquer ou de transporter les espèces de poissons contaminés.

Ainsi, ces interdictions concernent davantage les **pêcheurs professionnels** dont les prises sont destinées à la vente et à la consommation.

En revanche, les dépassements de seuils réglementaires n'entraînent pas l'interdiction d'activités qui relèvent de la sphère privée et notamment la pêche sportive (pêcheurs amateurs). Dans les zones où la pêche professionnelle est interdite, **il est possible de continuer à pratiquer la pêche sportive avec rejet à l'eau, pêche sportive dite « no kill ».**

Les dépassements de seuils réglementaires doivent néanmoins être pris en compte car ils peuvent indiquer des risques sanitaires potentiels. Des **recommandations de non consommation** et même des **interdictions de consommation** peuvent donc être promulguées par les DDASS envers les populations concernées.

Compte tenu des apports nutritionnels des poissons (source importante d'acides gras essentiels, de protéines, de vitamines et d'oligo-éléments), l'AFSSA et le programme national nutrition santé (PNNS) recommandent la consommation de poissons au moins 2 fois par semaine en diversifiant à la fois les espèces de poissons et les zones de pêche dont ils proviennent, en évitant, à titre de précaution, une consommation exclusive de poissons dits gras provenant de zones contaminées en PCB, en particulier pour les femmes en âge de procréer.

La DGS a saisi l'AFSSA sur l'actualisation de ces recommandations en prenant en compte les bénéfices et les risques de la consommation de poissons. Une réponse est attendue en 2009.

6. COMMENT S'ORGANISE LA SURVEILLANCE DE LA CONTAMINATION DES SEDIMENTS FLUVIAUX? EST-IL POSSIBLE DE CONSULTER LES RESULTATS DE CETTE SURVEILLANCE ?

Dans le cadre du programme de surveillance mis en place en application de la Directive cadre européenne sur l'eau (DCE)¹⁴, la recherche dans les sédiments de nombreuses substances dont les PCB, se poursuit sous maîtrise d'ouvrage des agences de l'eau sur au moins 375 sites. Ce suivi permet de donner une image globale de la contamination des écosystèmes aquatiques et d'en suivre l'évolution à moyen et long termes. Il est consultable à l'adresse suivante :

http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/bilan_contamination_sediments_PCB_1_cle2e89f4.pdf

¹⁴ La directive 2000/60/CE du Parlement européen et du Conseil établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau a été adoptée le 23 octobre 2000 et publiée au Journal Officiel des Communautés Européennes, le 22 décembre 2000 (date d'entrée en vigueur). Elle a été traduite en droit français le 22 avril 2004.

CONTEXTE

De la justification scientifique à la mise en œuvre de l'étude d'imprégnation

1. QUELLE EST LA SITUATION EN FRANCE VIS-A-VIS DE LA CONTAMINATION DE L'ENVIRONNEMENT PAR LES PCB ?

Récemment, l'Union européenne a introduit des concentrations maximales admissibles en PCB dans les poissons destinés à la consommation humaine¹⁵. Le dépassement de ces normes¹⁶ mis en évidence dans la chair de poissons pêchés dans la Somme et le Rhône (plans de surveillance de la Direction Générale de l'Alimentation, Ministère de l'Agriculture et de la Pêche) a conduit les Préfets des départements concernés à prendre localement des arrêtés préfectoraux d'interdictions de pêche professionnelle et de commercialisation des poissons pêchés dans ces fleuves. Le cas échéant, ces arrêtés peuvent interdire la consommation des poissons issus de la pêche de loisirs ou émettre des recommandations de non consommation.

Actuellement, près de **17 départements** sont concernés par ces interdictions.

Le bassin du Rhône fait partie des zones contaminées par les PCB. C'est à la suite des constats de contamination dans le Rhône (1^{er} arrêté d'interdiction de pêche pris en 2005) que l'Afssa a été saisie par les ministères chargés de la santé et de l'agriculture et que des plans d'échantillonnage et d'analyses de poissons complémentaires ont été lancés pour délimiter la zone contaminée sur ce fleuve.

La cartographie de la contamination des sédiments par les PCB a montré que plusieurs autres bassins présentaient des pollutions analogues, notamment en Seine-Normandie et en Artois-Picardie. C'est pourquoi, il était nécessaire de passer à une approche nationale pour la gestion de cette pollution historique due, en grande partie, à des rejets passés.

2. QUELLES MESURES ONT ETE MISES EN PLACE PAR LE GOUVERNEMENT POUR REMEDIER A CETTE POLLUTION OMNIPRESENTE DES PCB SUR LE TERRITOIRE NATIONAL ?

Dans ce contexte de pollution environnementale à une échelle nationale, les ministères chargés de l'agriculture et de la pêche, de l'écologie et de la santé ont lancé, le 6 février 2008, un plan national d'actions sur les polychlorobiphényles (PCB) sous le pilotage du MEEDDAT.

Ce plan est articulé autour de 6 axes directeurs :

- **intensifier la réduction des rejets de PCB.**
- **améliorer les connaissances scientifiques sur le devenir des PCB dans les milieux aquatiques**, afin de mieux comprendre les phénomènes de transfert de la contamination des sédiments vers les poissons mais également de mettre au point de nouvelles technologies de décontamination des sédiments.

¹⁵ Depuis décembre 2006 (règlement UE 1881/2006), de nouveaux critères fixent des teneurs maximales pour la « somme des dioxines et PCB de type dioxine » en plus du seul critère « dioxine » jusqu'alors pris en compte.

¹⁶ « somme des dioxines et PCB de type dioxine » : 8 picogrammes par grammes de poids frais, sauf pour l'anguille : 12 picogrammes par grammes de poids frais.

- **renforcer les contrôles sur les poissons destinés à la consommation et adopter les mesures de gestion de risque appropriées.** Sur la base de l'avis de l'Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments du 5 février 2008, un nouveau plan d'échantillonnage est lancé sur toute la France afin de disposer de données objectives permettant d'interdire ou non la consommation de certaines espèces de poissons sur la base de leur teneur en PCB.
- **améliorer la connaissance du risque sanitaire et sa prévention.** L'étude Afssa / InVS d'imprégnation aux PCB des consommateurs réguliers de poissons d'eau douce s'inscrit dans cet axe du plan.
- **accompagner les pêcheurs professionnels et amateurs touchés par les mesures d'interdiction.**
- **évaluer et rendre compte de l'avancement du plan.**

L'ensemble des informations est disponible sur les sites du ministère chargé de l'écologie¹⁷ et de celui du ministère chargé de la santé¹⁸.

3. COMMENT EST ORGANISEE LA SURVEILLANCE DES PCB DANS LES SEDIMENTS ET LES POISSONS DEPUIS LE LANCEMENT DE CE PLAN NATIONAL ? DANS QUEL BUT ?

Dans le cadre de ce plan d'actions, la surveillance des PCB dans les sédiments a été renforcée, par l'intermédiaire des Agences de l'eau. L'Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques (ONEMA) a également mis en place un plan national d'échantillonnage dont l'objectif est d'établir un **état général de la contamination des poissons en PCB dans les milieux aquatiques**. Ce plan d'échantillonnage est bâti sur la base de l'avis de l'AFSSA du 5 février 2008¹⁹.

Une centaine de sites était concernée en 2008, en priorité dans les zones où les sédiments sont fortement contaminés par les PCB (concentrations supérieures à 141 ng/g de matière sèche). Sur chacun de ces sites, ont été prélevées et analysées des espèces de poissons fortement bio-accumulatrices et des espèces faiblement bioaccumulatrices de PCB. D'autres sites sont prévus pour 2009.

L'AFSSA, sur saisine des ministères de tutelle, est chargée de l'interprétation des résultats d'analyses²⁰.

Les résultats ainsi obtenus, combinés aux résultats des contrôles effectués par le ministère de l'agriculture sur les poissons commercialisés, doivent permettre de **prendre des mesures de gestion adaptées** (interdictions de commercialisation, interdictions de pêche en vue de la consommation et de la commercialisation, totales ou partielles en fonction des résultats par espèce et par zone de pêche). Pour les pêcheurs amateurs, des recommandations de non consommation ou des interdictions de consommation peuvent être énoncées en complément.

¹⁷ <http://www.ecologie.gouv.fr/PCB.html>.

¹⁸ <http://www.sante-jeunesse-sports.gouv.fr/dossiers/sante/pcb-ou-polychlorobiphenyles/pcb-ou-polychlorobiphenyles.html>

¹⁹ Appui scientifique et technique de l'AFSSA relatif au plan national d'échantillonnage des PCB dans les poissons de rivière : proposition de méthodologie (<http://www.afssa.fr/Documents/PASER2008sa0019.pdf>).

²⁰ Cette interprétation se base sur une analyse multivariée permettant de prendre en compte simultanément plusieurs variables (espèces de poissons, zone de prélèvement, taille) et de comparer de manière quantitative les moyennes de contamination aux limites réglementaires européennes (uniquement pour les PCB-DL car il n'existe pas de seuil réglementaire pour les PCB-NDL).

4. QU'EST-IL ENVISAGE DE FAIRE POUR REpondre AUX INTERROGATIONS SUR LES EXPOSITIONS HUMAINES ET LES RISQUES SANITAIRES LIES A LA CONSOMMATION DE POISSONS ?

L'Agence française de sécurité sanitaire des aliments (Afssa) en collaboration avec l'Institut de veille sanitaire (InVS) ont été saisis par le Ministère chargé de la santé pour lancer une étude multicentrique (sur plusieurs sites) sur l'imprégnation aux PCB des consommateurs adultes réguliers de poissons d'eau douce. Cette étude s'inscrit dans l'un des axes du plan national PCB intitulé : « amélioration de la connaissance du risque sanitaire et sa prévention ».

5. QU'EST-CE QU'UNE ETUDE D'IMPREGNATION ?

Une étude d'imprégnation permet d'apprécier l'exposition réelle d'une population à des substances chimiques de l'environnement en dosant, chez les personnes participantes (par exemple dans l'urine ou le sang), soit la substance elle-même, soit un ou plusieurs de ses métabolites (produits transformés dans l'organisme). Ce type d'étude permet de prendre en compte **toutes les voies d'absorption** (respiratoire, digestive ou cutanéomuqueuse) et **toutes les sources d'exposition**. Elle associe généralement des prélèvements biologiques à des questionnaires pour mieux cerner les sources d'exposition.

Lors de l'évaluation de l'exposition d'une population particulière à une substance, il est important de comparer les niveaux observés dans cette population avec les niveaux de référence d'une population non spécifiquement exposée à cette substance.

6. POURQUOI UNE ETUDE D'IMPREGNATION ? POUR REpondre A QUELLE QUESTION ?

L'exposition de l'homme aux PCB étant très majoritairement d'origine alimentaire, elle peut être estimée à partir de déclarations de consommation alimentaire et de données de contamination des aliments. **L'évaluation de l'exposition alimentaire moyenne de la population française²¹ aux PCB montre des dépassements des Doses Journalières Tolérables (DJT) pour une partie de la population :**

- un dépassement de la DJT pour les PCB-NDL retenue par l'Afssa (10 ng/kg p.c. /j) est observé en moyenne chez 58,4% des enfants (de 3 à 14 ans) et chez 20% des femmes en âge de procréer (de 19 à 44 ans) et des adultes (15 ans et plus, sans les femmes de 19 à 44 ans)²². Cette fréquence de dépassement plus importante pour les enfants est à mettre en rapport avec le niveau de consommation alimentaire plus important proportionnellement au poids corporel.
- la DJT établie par le JECFA²³ en 2001 pour le mélange des congénères de dioxines et furanes (PCDD/F) et de PCB-DL est également dépassée pour une partie de la population mais moins nettement. Une diminution de l'exposition aux dioxines a été constatée entre 2000 et 2005 ce qui traduit la baisse de la contamination de la chaîne

²¹ Exposition alimentaire aux 6 catégories suivantes : fruits de mer, œufs, produits végétaux, produits laitiers, viandes et poissons.

²² Saisine n° 2006-SA-0305 – 23/10/07 - Avis de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments relatif à l'établissement de teneurs maximales pertinentes en polychlorobiphényles qui ne sont pas de type dioxine (PCB « non dioxin-like », PCB-NDL) dans divers aliments.

²³ Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture / Organisation mondiale de la santé

alimentaire liée à une diminution des émissions de dioxines et furanes dans l'environnement.

D'une façon générale les poissons et produits issus de la mer sont plus contaminés que les produits animaux terrestres. **Par ailleurs, les poissons contribuent de manière majoritaire à l'exposition totale aux PCB-NDL et aux PCB-DL et PCDD/F** (les poissons et fruits de mer contribuent à 40 % chez les enfants et 49 % chez les adultes à l'exposition totale aux PCB-NDL²⁴ et à 34 et 48% pour les PCDD/F et PCB-DL chez les enfants et les adultes respectivement²⁵).

Ainsi, on peut prédire que la consommation de poissons de rivière fortement contaminés contribue de façon non négligeable à l'exposition aux PCB pour des consommateurs réguliers (hebdomadaires, bimensuels). Cependant, comme l'alimentation générale génère déjà une exposition aux PCB qui dépasse les doses journalières tolérables (DJT) pour les enfants et les adultes les plus exposés, il est **impossible de conclure aujourd'hui sur le risque spécifique qui pourrait être généré par la consommation régulière de poissons de rivière contaminés.**

C'est dans ce contexte que l'Afssa et l'InVS ont lancé, à la demande du ministère de la santé, une étude multicentrique (plusieurs sites) sur l'imprégnation aux PCB des consommateurs réguliers de poissons d'eau douce. Elle sera plus fiable qu'une seule étude d'exposition externe qui repose sur des données de contamination des poissons et de consommation. Elle présente également l'avantage de prendre en compte l'exposition cumulative dans le temps, ce qui permet de tenir compte des consommations et contaminations passées. Ce type d'étude permet aussi d'intégrer toutes les voies d'absorption.

La question à laquelle cette étude doit répondre est « **Est-ce que les pêcheurs consommateurs de poissons de rivière dans des secteurs contaminés ont été plus exposés aux PCB par rapport à la population générale ?** ».

7. POURQUOI CETTE ETUDE MAINTENANT ?

Depuis plusieurs mois, des interdictions de pêche et de commercialisation de poissons d'eau douce ont été prises pour certains cours d'eau (Rhône, Somme, baie de Seine). En effet, des dépassements des seuils réglementaires concernant la contamination des poissons par les PCB ont été constatés. L'impact de cette pollution sur la population ayant pu consommer des poissons contaminés suscite de nombreuses interrogations. Dans ce contexte et compte tenu des connaissances scientifiques actuelles, le ministère chargé de la santé a demandé à l'Afssa et à l'InVS d'étudier la relation entre la consommation régulière de poissons d'eau douce et les teneurs sanguines en PCB des consommateurs.

Cette étude s'intègre plus largement dans le plan national d'actions contre les PCB lancé par les ministères chargés de la Santé, de l'Ecologie et de l'Agriculture en février 2008.

8. QUE PERMETTRA CETTE ETUDE ?

Cette étude permettra de :

²⁴ Saisine n° 2006-SA-0305 – 23/10/07 - Avis de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments relatif à l'établissement de teneurs maximales pertinentes en polychlorobiphényles qui ne sont pas de type dioxine (PCB « non dioxin-like », PCB-NDL) dans divers aliments.

²⁵ Rapport de l'Afssa - Dioxines, furanes et PCB de type dioxine : évaluation de l'exposition de la population française. Novembre 2005.

- **mesurer les niveaux en PCB** (PCB-NDL et PCB-DL) et dioxines (PCDD/F) dans le sang de pêcheurs ou de conjoints de pêcheurs sélectionnés pour l'étude.
- comparer l'imprégnation, c'est-à-dire les teneurs sanguines en PCB, chez des **consommateurs** et des **non consommateurs de poissons de rivière** dans des **zones de pêche contaminées et des zones de pêche non contaminées** par les PCB.
- identifier les groupes de populations particulièrement exposées aux PCB-NDL, PCB-DL et dioxines.
- **étudier la contribution des poissons d'eau douce à cette imprégnation** par rapport à d'autres aliments susceptibles de contenir des PCB (poissons d'eau de mer en particulier).
- situer les niveaux sanguins de PCB et dioxines mesurés dans le sang des pêcheurs ou de leurs conjoints en comparant ces niveaux d'imprégnation avec ceux mesurés dans d'autres pays et dans d'autres études en France (notamment l'étude InVS-Afssa sur l'imprégnation par les dioxines et PCB des populations vivant autour des incinérateurs d'ordures ménagères).
- **aider à l'orientation des mesures de gestion des risques en définissant des fréquences de consommation sans danger pour l'homme.** Ces mesures seront applicables à l'ensemble des populations consommatrices de poissons d'eau douce (y compris à l'ensemble des pêcheurs professionnels ou amateurs) ainsi qu'à l'ensemble des cours d'eau. En effet, les sites de l'étude ont été retenus pour être représentatifs de la situation des cours d'eau en France.

9. QUE NE PERMETTRA PAS CETTE ETUDE ?

Les connaissances scientifiques sur les effets sanitaires des PCB sont encore incomplètes et n'ont pas permis aux instances scientifiques, nationales et internationales, de fixer un niveau d'imprégnation à partir duquel il existe un risque pour la santé.

L'étude d'imprégnation ne permettra donc pas une interprétation individuelle des résultats d'un point de vue sanitaire. En fonction du niveau d'imprégnation des personnes, il sera impossible de prédire si une pathologie peut survenir, de définir une prise en charge médicale spécifique, de dire si une pathologie existante peut être associée à l'imprégnation aux PCB.

En revanche, des **recommandations de consommation** pourront être proposées. Par ailleurs, si les connaissances scientifiques le permettent d'ici la fin de l'étude, une interprétation individuelle sera proposée, en particulier pour les individus dépassant des seuils de référence (donc à des niveaux qui pourraient être considérés comme élevés). Les participants auront la possibilité de consulter, par téléphone, un médecin pour poser toutes les questions qu'ils souhaitent.

10. POURQUOI NOUS INTERESSONS-NOUS AUX PECHEURS DANS CETTE ETUDE ? SERONT-ILS LES SEULS A Y PARTICIPER ?

Un des objectifs principaux de l'étude est d'identifier si les consommateurs de poissons de rivière contaminés sont plus imprégnés aux PCB que les non consommateurs.

Afin de prendre en compte les principaux facteurs qui influencent l'imprégnation aux PCB (l'âge, le sexe, la corpulence, le régime alimentaire), il a été calculé que l'étude devait porter sur environ 900 personnes.²⁶

Pour recruter ces personnes (par tirage au sort puis sélection selon des critères d'inclusion), il était nécessaire de disposer d'une importante base de sondage (en termes d'effectif : plus de 20 000).

La **population des pêcheurs** présente des avantages essentiels pour cela : elle inclut non seulement les pêcheurs professionnels (de l'ordre de 1 millier) mais également 1,6 million de pêcheurs amateurs en France lesquels sont facilement identifiables (soit du fait de leur activité professionnelle soit par leur adhésion à une association agréée de pêche et de protection des milieux aquatiques - AAPPMA).

De plus et contrairement à d'autres populations consommatrices de poissons d'eau douce, les pêcheurs, en situation d'auto consommation connaissent l'origine géographique des poissons consommés. L'un des objectifs de l'étude étant d'étudier la relation entre le niveau de contamination des poissons dans un secteur géographique donné, leur consommation et le niveau d'imprégnation des consommateurs, le choix de la population des pêcheurs est essentiel pour répondre aux questions posées par l'étude.

Par ailleurs, l'étude porte sur les foyers de pêcheurs (et non uniquement les pêcheurs). Aussi, les adultes membres du foyer des pêcheurs seront sollicités et notamment les femmes de pêcheurs qui constituent une des populations cibles de l'étude. Pour atteindre les objectifs de recrutement de l'étude, l'ensemble des adhérents des AAPPMA sélectionnées et des pêcheurs professionnels exerçant sur les sites de l'étude pourra être contacté par téléphone. Plusieurs individus par foyer pourront être inclus dans l'étude, dès lors qu'ils vérifient les critères d'inclusion.

Les résultats observés pour la population des pêcheurs seront relativement applicables aux autres populations consommatrices de poissons d'eau douce.

11. POURQUOI LES ENFANTS DE PECHEURS NE PARTICIPENT PAS A L'ETUDE ?

Les enfants ne participent pas à l'étude pour les raisons suivantes :

- d'un point de vue éthique, les prélèvements sanguins sont plus difficiles à justifier auprès d'enfants,
- d'un point de vue anxiogène, l'impact d'une prise de sang chez des enfants n'est pas anodin (acte invasif) et peut entraîner une inquiétude forte des parents. De plus, il n'est pas possible, en fonction des connaissances actuelles, d'interpréter les niveaux d'imprégnation observés et de proposer des mesures de prise en charge médicale adaptées.
- d'un point de vue pratique, l'organisation d'une telle étude serait plus complexe car elle nécessite la participation des enfants et des parents,
- les imprégnations en PCB des enfants sont moins fortes que celles des adultes car l'accumulation des PCB dans l'organisme augmente avec le temps,
- les comparaisons internationales sont plus difficiles pour les enfants car les études sont plus rares.

12. QUELS SONT LES PARTENAIRES DE CETTE ETUDE ?

²⁶ Cet effectif de 900 personnes est justifié par un calcul de puissance statistique qui permettrait de mettre évidence un écart d'imprégnation compris entre 50 et 100 ng/g MG dans le sang entre des forts consommateurs et des non consommateurs de poissons d'eau douce.

L'Afssa (Agence française de sécurité sanitaire des aliments) est le promoteur de l'étude. Il s'agit d'un établissement public indépendant de veille, d'alerte, d'expertise, de recherche et d'impulsion de la recherche qui contribue à la protection et à l'amélioration de la santé publique (mais aussi de la santé et du bien-être des animaux, de la santé des végétaux et de l'environnement).

L'Afssa propose des solutions aux pouvoirs publics (Ministère de l'agriculture et de la pêche, Ministère de la santé) pour garantir un niveau de sécurité satisfaisant dans ses domaines d'expertise.

<http://www.afssa.fr/>

L'InVS (Institut de Veille Sanitaire) est partenaire de l'Afssa pour cette étude. Il s'agit d'un établissement national de santé publique qui a pour mission de surveiller l'état de santé de la population et son évolution et d'alerter les pouvoirs publics en cas de menace pour la santé publique en réalisant des activités de surveillance sanitaire, des études et des expertises. Sa mission se décline dans tous les champs de la santé publique : maladies infectieuses, effets de l'environnement sur la santé, risques d'origine professionnelle, maladies chroniques et traumatismes. Elle s'inscrit dans une perspective d'aide à la décision des pouvoirs publics (recommandations au Ministère de la santé) et d'appui à l'élaboration et à l'évaluation des politiques de protection de la santé et de prévention des risques. La mission de l'InVS est relayée en région par les cellules interrégionales d'épidémiologie de l'InVS (Cire).

<http://www.invs.sante.fr/>

La **FNPF** (Fédération nationale de la pêche en France) et ses représentants locaux (fédérations départementales, associations agréées de pêche et de protection des milieux aquatiques – AAPPMA) participent également à cette étude.

<http://www.federationpeche.fr/>

Le **CONAPPED** (Comité national de la pêche professionnelle en eau douce) et ses représentants locaux participent aussi à cette étude, en fournissant en particulier les informations sur les pêcheurs professionnels exerçant sur les sites de l'étude (nom, âge, adresse).

L'Institut de Sondages Lavielle (ISL) est investigateur de l'étude qui réalisera la sélection des participants, l'enquête sur leurs habitudes de consommation et collectera les prélèvements sanguins.

<http://www.islavielle.fr/>

Le **Laberca** (LABoratoire d'Etudes des Résidus et des Contaminants dans les Aliments) réalisera l'analyse des PCB et dioxines dans le sang ainsi que dans les poissons. Le Laberca est le laboratoire national de référence désigné par le ministère chargé de l'agriculture pour l'analyse des dioxines et des PCB-DL dans les denrées alimentaires.

<http://www.laberca.org/>

L'Office national de l'eau et des milieux aquatiques (ONEMA) est chargé du prélèvement et de la préparation des échantillons de poissons sur les six zones de l'étude (en parallèle du plan national d'actions sur les PCB). Il s'agit d'un établissement public d'expertise sur la connaissance des milieux aquatiques, sous la tutelle du ministère chargé de l'écologie.

<http://www.onema.fr/>

PROTOCOLE

Du choix des sites de l'étude à l'analyse statistique des données

1. COMMENT LES SITES DE L'ETUDE ONT ETE CHOISIS ? Y-A-T-IL EU UN TIRAGE AU SORT ?

L'objectif premier de l'étude d'imprégnation est de mettre en évidence et de quantifier, au sein des membres des foyers de pêcheurs, une éventuelle sur-imprégnation des consommateurs réguliers de poissons d'eau douce par rapport à des non consommateurs.

Par ailleurs, des mesures des teneurs en PCB et dioxines seront effectuées également dans des poissons afin d'étudier la relation entre la consommation et le niveau de contamination des poissons d'une part et les teneurs sanguines en PCB des participants d'autre part.

C'est pourquoi seront à la fois étudiés **des sites contaminés par les PCB (4 sites) et des sites témoins (2 sites)** :

- zones de pêche contaminées : sur la Seine, la Somme, le Rhône, le Rhin et leurs affluents ;
- zones de pêche non contaminées : sur la Loire, la Garonne et leurs affluents.

900 km de cours d'eau au total seront étudiés dans le cadre de cette étude.

Pour chaque site de l'étude, plusieurs tronçons (ou zones de pêche) seront étudiés à raison de **4 tronçons par site d'environ 30 km chacun**.

Les sites de l'étude n'ont pas été choisis de manière aléatoire mais plusieurs critères ont été pris en compte :

- les données de contamination des **sédiments**²⁷ dans les milieux aquatiques (source Ministère chargé de l'écologie) ;
- les prélèvements et des données de contamination des **poissons**²⁸ dans les milieux aquatiques (sources Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques et Ministère chargé de l'agriculture) ;
- l'estimation des effectifs de **pêcheurs consommateurs** et de la motivation des acteurs locaux pour participer à l'étude (source Fédération Nationale de la Pêche en France).

Les sites ont été également sélectionnés pour leur **représentativité de la situation générale** des cours d'eau en France. Ainsi, les résultats de l'étude seront relativement extrapolables à d'autres sites (contaminés ou non) en France.

L'inclusion de grands cours d'eau et de quelques affluents (de 1^{ère} et 2^{ème} catégories piscicoles) doit garantir la représentativité des sites de l'étude.

L'étude cible la consommation des poissons d'eau douce. Afin de ne pas biaiser les résultats, les tronçons de cours d'eau à proximité des zones estuariennes et marines sont exclus : les espèces de poissons y sont en effet spécifiques et différentes des poissons d'eau douce. Par ailleurs, la consommation de produits de la mer, dans ces zones, est plus importante que dans les secteurs continentaux.

²⁷ Une contamination supérieure à 140 ng/g de matière sèche correspond à un site contaminé et une contamination de 0 ng/g de matière sèche correspond à un site témoin.

²⁸ Les prélèvements de poissons et de sédiment sont effectués en des points distants en règle générale d'au plus 500 mètres et à des dates suffisamment proches, en veillant à ce qu'aucun épisode de crue ne s'intercale entre elles si bien que les données de contamination sédiment-poissons sont cohérentes entre elles.

Au total, ce sont environ **20 fédérations départementales ou inter-départementales et 100 associations agréées de pêche** qui sont impliquées dans l'étude.

2. SEULS LES SITES EXEMPTS D'INTERDICTION DE PECHE ET DE COMMERCIALISATION ONT ETE RETENUS POUR L'ETUDE ?

Dans la mesure du possible, les tronçons (ou zones de pêche) de l'étude sont choisis dans des secteurs où la pêche et la commercialisation des poissons d'eau douce sont encore autorisées.

Dans la mesure où une consommation régulière et passée de poissons d'eau douce pourrait être à l'origine d'une sur-imprégnation actuelle (demi-vie des PCB en moyenne de 7 ans), les sites ou tronçons où des interdictions sont actuellement en vigueur peuvent faire partie des sites retenus pour l'étude. Les premières interdictions de pêche datent de 2005 (cas du Rhône) et de 2006 (cas de la Somme et de certains affluents du Rhin).

3. QUI POURRA PARTICIPER A L'ETUDE ?

Les participants à l'étude seront recrutés parmi les membres de foyers de pêcheurs. Les critères d'inclusion à l'étude sont :

- personnes âgées de 18 à 75 ans.
- être pêcheur adhérent à l'une des AAPPMA retenues pour un site donné ou être pêcheur professionnel présélectionné exerçant ou ayant exercé récemment sur l'un des sites de l'étude ou conjoint(e) de pêcheur ou membres de même foyer ;
- pour les sujets « consommateurs réguliers » : consommer 10 fois par an et plus en moyenne, et depuis au moins 5 années, du poisson qu'il pêche ou qui a été pêché sur le ou les tronçons du site parmi la liste suivante : **anguille, barbeau, brème, carpe, silure, gardon** ; Il peut s'agir d'une consommation passée, pour les tronçons situés dans des zones où la pêche en vue de la commercialisation ou la consommation sont aujourd'hui interdites.
- pour les sujets « consommateurs intermédiaires » : consommer entre 7 fois et moins de 10 fois par an en moyenne, et depuis au moins 5 années, du poisson qu'il pêche ou qui a été pêché sur le ou les tronçons du site parmi la liste suivante : **anguille, barbeau, brème, carpe, silure, gardon** ;
- pour les sujets « consommateurs occasionnels » : consommer entre plus de 2 fois et moins de 7 fois par an en moyenne, et depuis au moins 5 années, du poisson qu'il pêche ou qui a été pêché sur le ou les tronçons du site parmi la liste suivante : **anguille, barbeau, brème, carpe, silure, gardon** ;
- pour les sujets « non consommateurs » : consommer au plus 2 fois par an en moyenne, et depuis au moins 5 années, du poisson qu'il pêche ou qui a été pêché sur le ou les tronçons du site parmi la liste suivante : **anguille, barbeau, brème, carpe, silure, gardon** ;
- accepter un prélèvement sanguin de 50 mL et ne pas présenter de contre indications médicales à la réalisation de ce prélèvement.
- être affilié à un régime de sécurité sociale²⁹.
- pour les femmes : ne pas être enceintes ou en période d'allaitement.
- ne pas exercer ou avoir exercé une profession exposant aux PCB³⁰.

²⁹ Caractère obligatoire dans le cadre d'une étude de recherche biomédicale.

³⁰ Pour éviter tout biais dans l'interprétation des résultats.

4. POURQUOI NE PRENDRE QUE LES PERSONNES AYANT CONSOMME DES POISSONS PENDANT AU MOINS 5 ANS?

L'étude inclut à la fois des consommateurs réguliers et non consommateurs de poissons d'eau douce afin de disposer d'un contraste d'exposition aux PCB suffisant. La toxicité des PCB est essentiellement liée à leur accumulation dans l'organisme sur le long terme.

Compte tenu du pouvoir bioaccumulateur des PCB et de leur cinétique très lente, il faut prendre un minimum d'années en compte pour assurer la mise en évidence d'une différence d'exposition significative d'un point de vue statistique entre ces deux populations.

Les anciens consommateurs seront pris en compte dans le cadre de cette étude, pour les zones où il existe depuis plusieurs années des interdictions de pêche en vue de la commercialisation ou des interdictions de consommation (cas du Rhône, de la Somme et de quelques affluents du Rhin).

5. POURQUOI NE S'INTERESSE-T-ON QU'A CERTAINS POISSONS (ANGUILLE, BARBEAU, BREME, CARPE, SILURE, GARDONS) ?

La focalisation sur les consommateurs réguliers de poissons d'eau douce s'explique par le fait que les fortes contaminations constatées localement sont plus élevées que pour les poissons de mer.

La liste des poissons pêchés et consommés correspond aux **poissons d'eau douce fortement bio-accumulateurs de PCB** compte tenu de leur teneur en matière grasse. Leur consommation régulière est donc susceptible d'entraîner une sur-exposition aux PCB chez les consommateurs réguliers par rapport aux non consommateurs. La consommation régulière de ces poissons est un des critères d'inclusion de l'étude pour les consommateurs réguliers.

Les autres participants ne consommant pas ou rarement de poissons fortement bio-accumulateurs mais respectant l'ensemble des autres critères d'inclusion seront inclus en tant que non consommateurs.

Toutefois, il est à noter que cette étude cherche à établir un lien entre la consommation de poissons d'eau douce et le niveau d'imprégnation aux PCB.

Un échantillonnage de diverses espèces de poissons indigènes, en complément de la liste des 5 espèces retenues pour les critères d'inclusion, sera ainsi réalisé au niveau des sites de l'étude afin de doser leur teneur en PCB et dioxines. Avec les données recueillies dans les questionnaires alimentaires, ces dosages permettront de mieux quantifier l'exposition liée à la consommation de poissons de rivière et de la comparer aux teneurs sanguines des participants.

6. COMMENT SE DERoule CETTE ETUDE ? QUELLES EN SONT LES PRINCIPALES ETAPES ?

Les grandes étapes de l'étude seront les suivantes :

1. Recrutement des participants à l'étude (ISL)

- envoi d'un courrier d'information à l'ensemble des adhérents des associations agréées de pêche et de protection des milieux aquatiques concernées par l'étude et aux foyers de pêcheurs professionnels pré-sélectionnés par le CONAPPED ;
- appel téléphonique pour identifier les personnes du foyer répondant aux critères d'inclusion et leur demander leur accord de principe pour participer.

Pendant toute la période de l'étude, les participants auront à disposition un numéro vert gratuit où ils pourront poser toutes les questions souhaitées sur l'étude.

2. Enquête de consommation alimentaire auprès des participants (ISL)

- prise d'un rendez-vous à domicile
- administration d'un questionnaire sur les habitudes alimentaires³¹ comportant également un recueil des données sociodémographiques et environnementales.³²

Une lettre d'information détaillée sur l'étude sera remise aux personnes enquêtées à leur domicile. Cette lettre précise les objectifs, le déroulement, le calendrier de l'étude et les modalités de restitution des résultats en fin d'étude. Elle apporte également toutes les informations nécessaires sur les droits des participants dans le cadre de cette étude (droit de retrait, d'accès et de rectification des données), la confidentialité des données recueillies et les garanties de l'étude (souscription d'un contrat d'assurance par le promoteur, obtention de l'avis favorable du Comité de protection des personnes et des autorisations du Ministère chargé de la santé et de la CNIL).

A cette étape de l'étude, le médecin du participant pourra être informé de la participation de son patient à l'étude, si celui-ci en a exprimé le souhait. Dans ce cas, le médecin sera également destinataire des résultats individuels de son patient en fin d'étude.

Pendant toute la période de l'étude, les personnes enquêtées à domicile pourront poser les questions d'ordre médical qu'elles souhaitent au médecin investigateur de l'étude, par téléphone.

3. Prélèvement sanguin (ISL)

Un prélèvement de sang total à jeun (**50 ml, soit environ 10 fois moins qu'un don du sang**) sera effectué par une infirmière. Au moment de l'enquête de consommation au domicile, l'enquêteur indiquera l'adresse d'un laboratoire d'analyses médicales à contacter, situé près du domicile, afin de convenir d'un rendez-vous pour effectuer ce prélèvement au laboratoire ou à domicile selon le choix du participant.

Une infirmière prendra la tension artérielle et le pouls, posera quelques questions au participant et vérifiera ainsi son aptitude à se faire prélever du sang. Avant la réalisation de la prise de sang, elle recueillera le consentement éclairé du participant. Il s'agira, pour le participant et l'infirmière, de signer le formulaire de consentement éclairé de l'étude. Seulement ensuite le prélèvement sera réalisé.

4. Analyse des prélèvements sanguins (Laberca)

L'ensemble des prélèvements sanguins regroupés par participant sera ensuite transmis à un transporteur qui les livrera au Laboratoire d'Etude des Résidus et Contaminants dans les Aliments (LABERCA)³³. Ce laboratoire national de référence déterminera les teneurs en PCB, dioxines, furanes et le cas échéant d'autres substances chimiques d'intérêt en santé publique (composés bromés et/ou fluorés).

³¹ Un questionnaire de fréquence de consommation de poissons d'eau douce et de mesure des tailles de portion complété par le questionnaire fréquentiel INSERM FLVS pour le recueil de consommations des autres aliments consommés sera mis en œuvre.

³² L'âge, le poids, la taille, la profession exercée, le statut tabagique, etc. Pour les femmes, des questions sur le nombre d'enfants, leur date de naissance et les pratiques d'allaitement sont également posées. Enfin, quelques questions portent sur les habitudes de pêche. Ces questions permettront le contrôle des facteurs de confusion lors de l'exploitation statistique des données.

³³ LABERCA. Laboratoire national de référence du Ministère de l'agriculture et de la pêche pour l'analyse des dioxines et PCB-DL.

5. Analyse statistique des données collectées (Afssa – InVS)

Une analyse statistique des données sera réalisée. Elle permettra, après prise en compte de l'ensemble des autres facteurs de confusion (âge, sexe, consommation alimentaire,...), de tester si :

- les consommateurs réguliers de poissons de rivière sont plus imprégnés dans des zones contaminées que dans des zones non contaminées ;
- les consommateurs réguliers de poissons de rivière sont plus imprégnés que des faibles ou des non consommateurs.

Parallèlement à l'étude sur les aspects alimentaires et biologiques, une étude sera menée sur la contamination des poissons ; elle est indispensable pour mieux caractériser la contamination des poissons qui sont consommés dans les sites d'étude prévus. Les prélèvements de poissons seront réalisés par l'ONEMA, l'analyse des échantillons sera conduite par le Laberca.

Au total, pour chaque participant, le délai entre le premier contact téléphonique et la réalisation du prélèvement sanguin n'excèdera pas deux mois. **L'ensemble des données de l'étude sera collecté en 2009. L'Afssa et l'InVS exploiteront les données en 2010. Les résultats individuels, accompagnés des résultats collectifs de l'étude, seront communiqués aux participants en 2011.** Cette étude scientifique nécessite en effet plusieurs mois de collecte et d'analyse pour répondre aux questions posées par le ministère chargé de la santé.

7. Y-A-T-IL UNE PRISE EN CHARGE SI UN INCIDENT SE PRODUIT AU COURS DE LA PRISE DE SANG ?

Les risques liés au prélèvement sanguin sont limités (incidents généraux de type malaise ou présence d'un hématome sur l'avant-bras). En cas d'incident, l'infirmière chargée du prélèvement sanguin mettra en œuvre les procédures habituelles pour prendre en charge le sujet et préviendra le médecin référent de l'étude. Un temps de repos est prévu avant que le sujet ne quitte le laboratoire d'analyses médicales.

En cas d'évènements indésirables survenant après le prélèvement sanguin, le sujet aura la possibilité de contacter le médecin référent de l'étude.

8. QUELS SONT LES DROITS D'ACCES ET DE RECTIFICATION DES DONNEES DES PARTICIPANTS ?

Conformément aux dispositions de la loi relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés, les participants de l'étude disposent d'un **droit d'accès et de rectification** pendant toute la durée de l'étude. Ils disposent également d'un **droit d'opposition à la transmission des données** couvertes par le secret professionnel susceptibles d'être utilisées dans le cadre de cette recherche. Le droit d'accès et de rectification peut s'exercer à tout moment auprès de l'ISL.

Les participants ont la possibilité d'accéder directement ou par l'intermédiaire d'un médecin de leur choix à l'ensemble de leurs données médicales en application des dispositions de l'article L. 1111-7 du Code de la santé publique. Ces droits s'exercent auprès de l'ISL qui est le seul à connaître leur identité.

Les données nominatives seront détruites à la fin de l'enquête, sans pouvoir donner lieu à des recherches ultérieures.

BIBLIOGRAPHIE

- Appui scientifique et technique de l'AFSSA du 5 février 2008 relatif au plan national d'échantillonnage des PCB dans les poissons de rivière : proposition de méthodologie- Saisine n°2008-SA-0019
- Avis de l'AFSSA du 8 avril 2003 sur l'existence éventuelle d'une corrélation significative entre les teneurs dans différents congénères de PCB. Saisine n°2002-SA-0149. 2003.
- Avis de l'AFSSA du 9 janvier 2006 relatif à l'évaluation de l'exposition de la population française aux dioxines, furanes et PCB de type dioxine. Saisine n°2005-SA-0372.
- Avis de l'AFSSA du 23 octobre 2007 relatif à l'établissement de teneurs maximales pertinentes en polychlorobiphényles qui ne sont pas de type dioxine (PCB « non dioxin-like », PCB-NDL) dans divers aliments. Saisine n° 2006-SA-0305
- Rapport de l'Afssa - Dioxines, furanes et PCB de type dioxine : évaluation de l'exposition de la population française. Novembre 2005.
- ATSDR. 2000. Toxicological Profile for Polychlorinated Biphenyls. Update. (Final Draft). NTIS Accession No.PB2000-108027. Atlanta, GA: Agency for Toxic Substances and Disease Registry. 935 pp.
- Baars A.J., Bakker M.I., Baumann R.A., Boon P.E., Freijer J.I., Hoogenboom L.A., Hoogerbrugge R., Van Klaveren J.D., Liem A.K., Traag W.A and De Vries J. Dioxins, dioxin-like PCBs and non-dioxin-like PCBs in foodstuffs: occurrence and dietary in the Netherlands. *Toxicol. Lett.* 151 (1): 51-61. 2004.
- Directive 2000/60/CE du Parlement européen et du Conseil - cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau - adoptée le 23 octobre 2000 – traduite en droit français le 22 avril 2004
- Heyman C, Pascal M. Estimation de la contamination des poissons contribuant le plus à l'exposition aux dioxines, furanes et polychlorobiphényles de type dioxines. Protocole d'échantillonnage pour le bassin de la Somme. Cire Nord- InVS, décembre 2008, 18 p.
- IARC. 1987. Overall Evaluations of Carcinogenicity. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risk of Chemicals to Humans, Supplement 7. Lyon, France: International Agency for Research on Cancer. 440 pp.
- INERIS - Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques : Polychlorobiphényles – mise à jour le 8 novembre 2005.
- INSPQ – Institut National de Santé Publique du Québec, 2007. Réévaluation des risques toxicologiques des biphényles polychlorés.
- InVS-AFSSA. Etude d'imprégnation par les dioxines des populations vivant à proximité d'usines d'incinération d'ordures ménagères, novembre 2006.
- Leblanc J.C (coordinateur). Etude CALIPSO – Etude des Consommations ALimentaires de produits de la mer et Imprégnation aux éléments traces, PolluantS et Oméga 3. AFSSA, DGAL, INRA. Août 2006.
- Règlement (CE) n°1881/2006 - Commission du 19 décembre 2006 - fixation de teneurs maximales pour certains contaminants dans les denrées alimentaires
- Ricoux C., Gasztowtt B. (2003). Evaluation des risques sanitaires liés à l'exposition des forts consommateurs de produits de la pêche de rivière contaminés par des toxiques de l'environnement, rapport InVS, 125 pages.
- Serre A., Clinard F., Tiller C. Risque sanitaire lié à une consommation de poissons suite au rejet accidentel d'un transformateur électrique dans la Colombine à Vesoul (70), Cire Est- InVS, mars 2008, 19 p.
- Turyk M., Anderson A., Hanrahan L.P. et al (2006). Relationship of serum levels of individual PCB, dioxin and furan congeners and DDE with Great lakes sport-caught fish consumption. *Environmental Research*, 100, 173-183.

- WHO/IPCS. Polychlorinated biphenyls : Human health aspects. Geneva. 2003

SITES INTERNET

- Agence française de sécurité sanitaire des aliments (Afssa) <http://www.afssa.fr/>
- Institut de Veille Sanitaire (InVS) : <http://www.invs.sante.fr/>
- Ministère de la santé et des sports (MSS) : <http://www.sante-sports.gouv.fr/>
- Fédération nationale de la pêche en France <http://www.federationpeche.fr/>
- L'Office national de l'eau et des milieux aquatiques (ONEMA) : <http://www.onema.fr/>
- Ministère de l'agriculture et de la pêche (MAP) : <http://agriculture.gouv.fr/>
- Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement durable et de l'Aménagement du territoire (MEEDAT) : <http://www.developpement-durable.gouv.fr/>
- Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail (AFSSET) : <http://www.afsse.fr/>
- Agences de l'eau : <http://www.lesagencesdeleau.fr/>
- Institut national de recherche et de sécurité (INRS) : <http://www.inrs.fr/>
- Institut national de l'environnement industriel et des risques (INERIS) : <http://www.ineris.fr/>
- Agence de la santé publique du Canada : <http://www.phac-aspc.gc.ca/index-fra.php>
- Organisation mondiale de la santé (OMS) : <http://www.who.int/fr/>
- Institut national de santé publique du Québec (INSPQ) : <http://www.inspq.qc.ca/>