

Surveillance des contaminations en polychlorobiphényles (PCB) des poissons d'eau douce : méthodologie, résultats et perspectives

Aurélie Mahé (aurelie.mahe@anses.fr), Mathilde Merlo, Jean-Luc Volatier, Jean-Charles Leblanc
Anses, Direction de l'évaluation des risques, Maisons-Alfort

Résumé

Depuis 2005, on observe de façon récurrente des dépassements des limites réglementaires communautaires en dioxines et PCB de type dioxine (PCB « dioxin-like » : PCB-DL) dans les poissons pêchés dans plusieurs cours d'eau, lacs et estuaires français. Leur destination à la consommation a conduit à la mise en œuvre en février 2008, par les ministères chargés de l'agriculture, de l'écologie, et de la santé, d'un plan national d'action sur les PCB. Ce plan d'action inclut différents travaux destinés à améliorer les connaissances scientifiques relatives aux PCB, et notamment leur devenir dans les milieux aquatiques. Dans ce cadre, un plan national de surveillance, basé sur un échantillonnage de poissons d'eau douce a été mis en place dans le but de décrire la contamination en PCB des poissons. Un renforcement des plans de contrôle orientés mis en œuvre par le ministère de l'agriculture sur les poissons d'eau douce a également été engagé en 2008. Dans ce cadre, l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses) a pour rôle de proposer une méthodologie d'échantillonnage concernant le plan national et d'interpréter l'ensemble des données collectées par les différents plans afin d'identifier les secteurs où les poissons sont impropres à la consommation. Après trois ans d'échantillonnage, un bilan sera réalisé en 2011 afin de proposer une méthodologie adaptée.

Mots clés

PCB, poissons d'eau douce, interprétation sanitaire, plan national de surveillance

Abstract

Surveillance of polychlorinated biphenyl (PCB) contamination in freshwater fish: methodology, results and outlook

Since 2005, dioxins and DL-PCBs have been observed in freshwater fish in excess of the European regulatory levels in several French rivers, lakes and estuaries. The Ministries of Health, Agriculture and the Environment therefore launched a national plan of action in February 2008. This plan includes several studies in order to improve scientific knowledge relating to PCBs, particularly in aquatic environments. Therefore, a national freshwater fish monitoring program was set up in order to describe PCB contamination in freshwater fish. A national freshwater fish monitoring plan was also set up by the Ministry of Agriculture in 2008. In this context, the missions of the French Agency for Food, Environmental and Occupational Health & Safety are to propose a sampling methodology for the national monitoring plan and to analyze data obtained with the different plans in order to describe rivers where fish should not be consumed. An assessment of the three years of monitoring will also be proposed in 2011.

Keywords

PCB, freshwater fish, health interpretation, national monitoring program

Largement utilisés à partir des années 1930 pour leurs propriétés isolantes, les polychlorobiphényles (PCB) sont aujourd'hui interdits en France. Cependant, compte tenu de leur persistance dans l'environnement, il existe un bruit de fond environnemental au niveau international. Substances lipophiles, les PCB s'accumulent dans les tissus graisseux des animaux, notamment des poissons. L'alimentation représente 90 % de l'exposition aux PCB de la population humaine générale [1]. Depuis plusieurs années, la question d'une pollution des cours d'eau français par les PCB et de son impact sur la population est posée. De nombreuses non-conformités des espèces de poissons bio-accumulatrices de PCB telles que l'anguille, le barbeau ou la brème ont été constatées dans plusieurs fleuves ou rivières tels que le Rhône, la Seine, la Somme. Il s'agit de non-conformités par rapport aux teneurs maximales en dioxines et PCB de type dioxine (PCB-DL) autorisées dans les poissons de rivière destinés à la commercialisation et à la consommation et décrites dans la réglementation européenne [2]. Pour les anguilles, la limite réglementaire est fixée à 12 pg TEQ_{OMS98}/g de poids frais⁽¹⁾. Pour les autres espèces de poissons d'eau douce, la limite réglementaire est fixée à 8 pg TEQ_{OMS98}/g de poids frais. Afin d'aider le gestionnaire du risque à définir des mesures appropriées de gestion de la consommation de ces poissons, l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments (Afssa) a proposé dans deux avis successifs, le 5 février 2008 et le 13 mai 2009, une méthodologie

de mise en œuvre des plans de surveillance des poissons de rivière applicable au niveau national [3, 4]. Ces plans s'inscrivent dans le cadre du plan national d'action sur les PCB, lancé le 6 février 2008 par les ministères en charge de l'agriculture, de l'écologie et de la santé et qui prévoit la collecte de données de contamination des poissons de rivière pendant trois années (2008, 2009, 2010). Par ailleurs, des plans de contrôle orientés réalisés par la Direction générale de l'alimentation (DGAL) ainsi que des plans locaux ont également permis de disposer de davantage de données. L'objectif de l'Anses est alors de procéder à l'interprétation sanitaire de l'ensemble des données de contamination par bassin hydrographique afin d'identifier les secteurs où les poissons sont impropres à la consommation.

Méthodes et résultats des plans de surveillance et de contrôle

Plan national de surveillance, plans de contrôle et plans locaux

Le plan de surveillance, d'une durée de trois ans, a été réalisé par l'Office national de l'eau et des milieux aquatiques (ONEMA) et vise à décrire le niveau de contamination des poissons de rivière. Il a été complété par la DGAL (plan 2008 de contrôle orienté visant à faire des contrôles sur les poissons pouvant être commercialisés et consommés et plans

(1) Les teneurs maximales sont exprimées pour la somme des dioxines (polychlorodibenzo-para-dioxines), des furanes (polychlorodibenzo-para-furanes) et des PCB de type dioxine (PCB-DL), en équivalents toxiques de l'Organisation mondiale de la santé (TEQ-OMS), après application des facteurs d'équivalence toxique (TEF-OMS) propres à chaque congénère. La somme (dioxines/furanes+PCB-DL) est exprimée en Total TEQ.

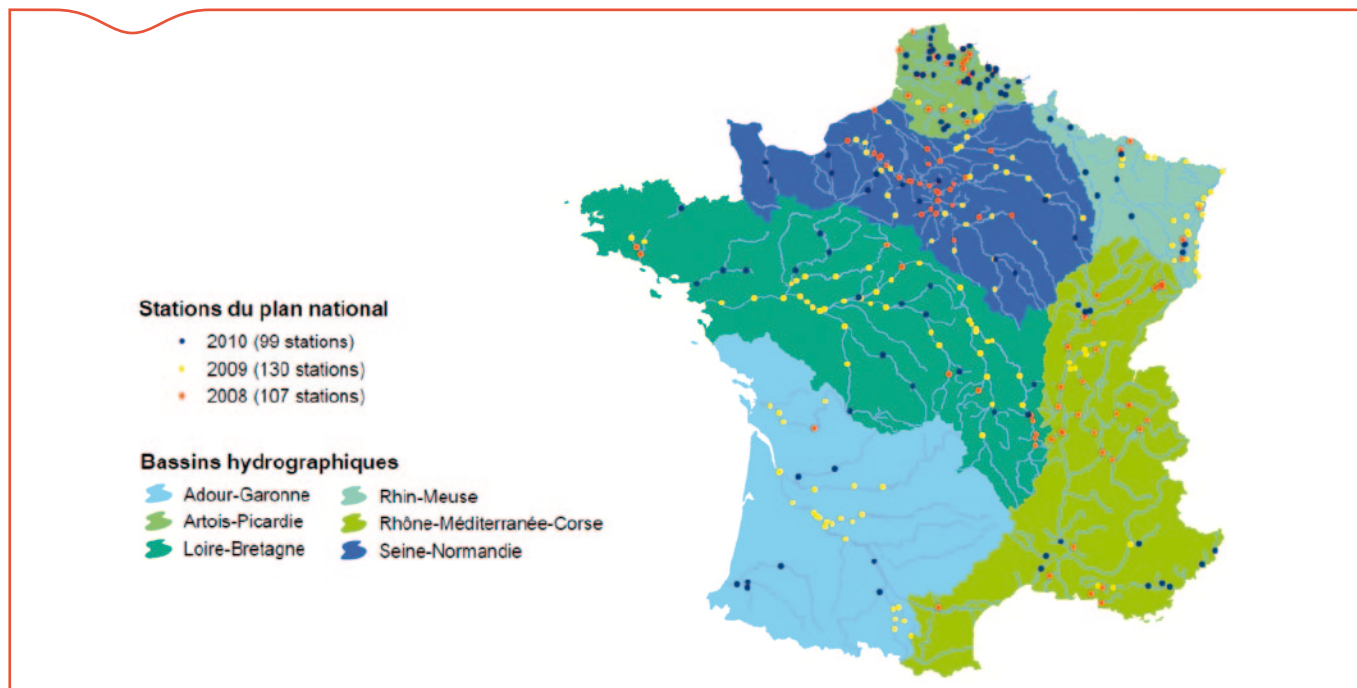


Figure 1. Répartition des stations participant au plan national de surveillance Anses-ONEMA des PCB

spécifiques lorsque des dépassements de la limite réglementaire sont observés, ou lorsqu'il y a une suspicion de contamination, dans les zones de pêche professionnelle insuffisamment couvertes par le plan national) et par la Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement (DREAL) Rhône-Alpes (« plans diagnostic fin »). La méthodologie du plan national de surveillance Anses-ONEMA, proposée par l'Anses [3, 4], concerne notamment la sélection des stations de prélèvements, des espèces et des substances à analyser et les modalités d'interprétation des données. Cette interprétation est réalisée par l'Anses dans le cadre de son groupe d'expertise collective d'urgence (GECU) « Évaluation des risques liés aux PCB dans l'alimentation humaine et animale ». Cette méthodologie est décrite ci-dessous. Elle est aussi celle retenue pour les plans de contrôle orientés de la DGAL et les plans de diagnostic fin de la DREAL Rhône-Alpes qui poursuivent des objectifs similaires de ceux du plan ONEMA.

Sélection des stations de prélèvements

Le plan de surveillance Anses-ONEMA prévoit l'investigation d'environ cent stations de prélèvements chaque année. Plusieurs critères ont été pris en compte pour la sélection des stations. Les stations présentant une forte contamination en PCB dans les sédiments et/ou proches de sources de pollution connues ont d'abord été sélectionnées. Les compléments ont ensuite été réalisés dans les zones où une activité de pêche professionnelle existe ou dans les cours d'eau où des données manquaient. Plus de 300 stations de prélèvements (Figure 1) sont réparties dans les six bassins hydrographiques. Les premières stations échantillonnées (en 2008) sont celles où les teneurs en PCB dans les sédiments sont les plus élevées (> 140 ng/g de matière sèche), il s'agit principalement des bassins Seine-Normandie, Artois-Picardie et Rhône-Méditerranée. En 2009 et 2010, la présence d'une activité de pêche professionnelle ou de sources de pollution a également servi de critère de sélection des stations.

Sélection des substances

Les analyses portent sur les dioxines et furanes (17 congénères (molécules appartenant à la même famille)), les PCB de type dioxine (PCB-DL, 12 congénères), et les PCB de type non-dioxine (PCB-NDL, 6 congénères). Contrairement aux dioxines, furanes et PCB-DL, les PCB-NDL ne sont pas réglementés.

Sélection/classification des espèces

Toutes les espèces de poissons ne présentent pas la même capacité

de bio-accumulation des PCB car celle-ci dépend de plusieurs critères dont l'habitat, l'alimentation, la teneur en matières grasses des poissons. Par exemple, les fortes contaminations de poissons d'eau douce sont généralement liées à des contaminations élevées des sédiments ou de la vase dans lesquels ces poissons cherchent à s'alimenter. Le degré de contamination des poissons dans un cours d'eau donné peut ainsi être approché par l'analyse de trois types d'espèces : les anguilles, les espèces fortement bio-accumulatrices (plutôt grasses et/ou de type benthique (vivant à proximité du fond)) et les espèces faiblement bio-accumulatrices (plutôt maigres et/ou de type pélagique (vivant en pleine eau)). L'appartenance d'une espèce à un type est le résultat d'une classification tenant compte de la contamination moyenne en dioxines et PCB-DL et du taux de matières grasses (MG) (compte tenu des caractéristiques lipophiles des PCB). Dans son avis du 13 mai 2009 [4], l'Afssa distingue donc, sur la base de 1880 données (Tableau 1) :

- les anguilles, espèces dites grasses présentant des valeurs élevées de concentration en Total TEQ ;
- les espèces fortement bio-accumulatrices, moins grasses et présentant également des valeurs élevées de contamination en Total TEQ (brèmes, silures, etc.) ;
- les espèces faiblement bio-accumulatrices présentant des valeurs moins élevées de contamination en Total TEQ (sandres, brochets, etc.).

Les anguilles constituent à elles seules un type d'espèce, en raison d'une limite réglementaire spécifique et de leur caractère migrateur. L'intérêt de la classification est de proposer des recommandations par types d'espèces plutôt que par espèce et ainsi de simplifier les mesures de gestion. La méthodologie d'échantillonnage prévoit le prélèvement de cinq anguilles (ou espèces fortement bio-accumulatrices le cas échéant) et de cinq espèces faiblement bio-accumulatrices, par station de prélèvements. Un grand nombre de variables par analyse est ainsi disponible dont le nom, la masse et le taux de matière grasse de l'espèce, la station de prélèvements, et les teneurs pour chaque congénère des dioxines, furanes, PCB-DL et PCB-NDL.

Bilan des données disponibles et résultats descriptifs

L'investigation des 336 stations du plan national de surveillance Anses-ONEMA, et les données des plans de contrôle orientés de la DGAL et de diagnostic fin de la DREAL Rhône-Alpes ont permis l'acquisition d'environ 5700 analyses en PCB (2831 données du plan Anses-

Tableau 1. Statistiques descriptives par espèce proposées dans l'avis de l'Afssa du 13 mai 2009 [4] pour la classification des espèces

Espèce	Nombre d'échantillons	Taux de MG (moyenne, %)	Total TEQ = dioxines/furane + PCB-DL (pg TEQ _{OMS98} /g PF)					
			moyenne	écart-type	min	max	médiane	P95
Sandre	106	0,5	2,7	4,7	0,1	41,7	1,5	7,9
Brochet	90	0,6	3,2	4,2	0,1	27,2	1,7	10,4
Perche	137	1,0	3,6	7,7	0,1	84,0	1,9	8,8
Carassin	26	2,3	5,0	4,0	0,5	13,6	4,1	13,2
Hotu	63	4,2	6,3	15,4	0,2	122,3	3,9	11,2
Goujon	25	2,1	6,3	4,4	0,5	15,2	5,7	14,7
Gardon	295	1,9	6,8	7,4	0,1	55,5	4,5	24,4
Tanche	24	1,8	7,0	6,4	0,2	21,3	5,2	18,7
Chevesne	199	2,5	8,0	13,8	0,2	113,3	3,7	28,3
Brème	159	3,2	15,3	14,7	0,3	78,4	10,3	43,8
Silure	51	2,9	18,5	52,5	0,4	367,7	9,0	58,9
Carpe	76	6,4	25,3	31,2	0,1	150,2	14,6	95,7
Barbeau	133	3,3	30,6	68,3	1,2	651,3	13,6	106,7
Anguille	379	19,2	32,1	41,8	0,3	313,7	18,0	127,9
Total	1763							

Légende : P95 = valeur telle que 95 % des valeurs de contamination sont en dessous et 5 % au dessus.
Cases colorées en rouge clair = espèces faiblement bio-accumulatrices, cases colorées en rouge foncé = espèces fortement bio-accumulatrices.

Tableau 2. Description des contaminations en dioxine et PCB-DL pour les années 2008, 2009 et 2010 (moyennes et intervalles de confiance à 95 % en pg TEQ_{OMS98}/g de poids frais) pour les trois types d'espèces (anguilles, espèces fortement bio-accumulatrices (BA) et faiblement bio-accumulatrices) dans les différents bassins hydrographiques

Bassin	Anguille*		Espèces fortement BA**		Espèces faiblement BA**	
			Brèmes, silures, carpes, barbeaux		Sandres, brochets, perches, carassins, hotus, goujons, gardons, tanches, chevesnes	
	nb	moy [IC-95%]	nb	moy [IC-95%]	nb	moy [IC-95%]
Adour-Garonne	105	10,1 [8,6;11,7]	66	2,8 [2,1;3,4]	119	1,2 [1,0;1,3]
Artois-Picardie	194	36,0 [30,6;41,4]	88	9,8 [7,5;12,1]	260	4,1 [3,5;4,7]
Loire-Bretagne	164	33,6 [8,6;58,6]	231	10,1 [7,3;12,8]	348	2,5 [2,0;3,0]
Rhin-Meuse	72	26,4 [23,3;29,3]	46	5,2 [4,0;6,4]	175	3,1 [2,6;3,6]
Rhône-Méditerranée	216	16,1 [12,6;19,7]	713	15,6 [12,6;18,6]	1413	4,9 [4,3;5,6]
Seine-Normandie	177	42,2 [35,9;48,4]	94	14,7 [10,4;19,0]	284	5,3 [4,4;6,2]
Total	928	28,5 [23,6;33,3]	1238	13,0 [11,2;14,8]	2599	4,3 [3,9;4,6]

* Limite réglementaire fixée à 12 pg TEQ_{OMS98}/g de poids frais.

** Limite réglementaire fixée à 8 pg TEQ_{OMS98}/g de poids frais.

ONEMA, 1 312 données des plans de contrôle orientés et spécifiques de la DGAL et 1 551 données des plans « diagnostic fin » de la DREAL Rhône-Alpes). Le bassin Rhône-Méditerranée présente un grand nombre d'analyses (n=3 056), en raison de la réalisation des plans de diagnostic fin par la DREAL Rhône-Alpes.

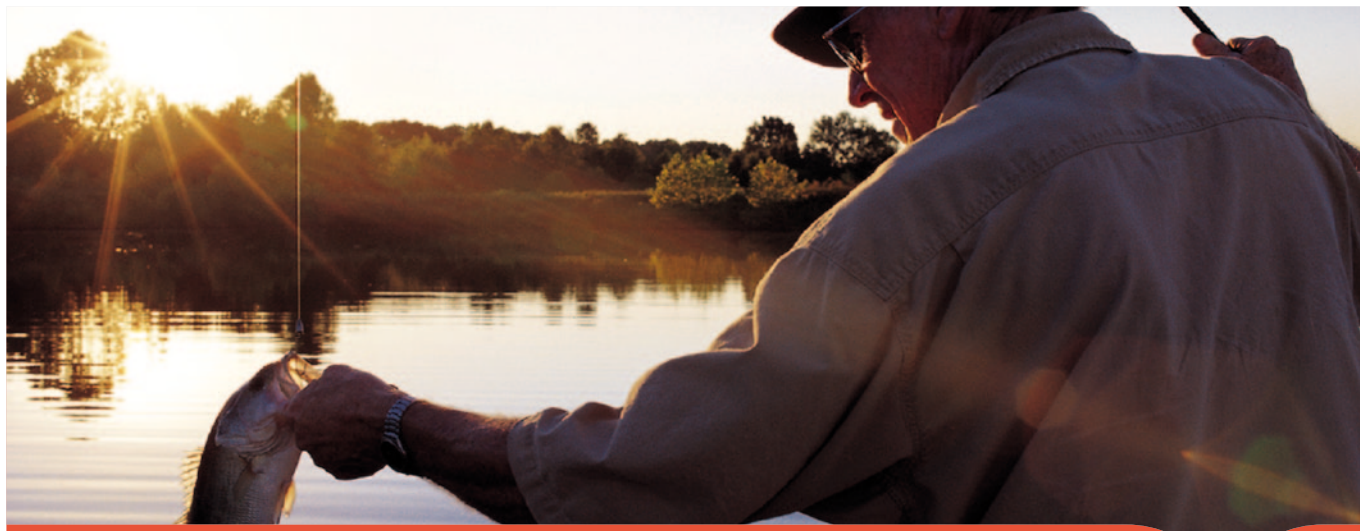
En considérant les trois types d'espèces définies par l'Anses, près de 4 800 analyses (2 556 données du plan Anses-ONEMA, 1 008 données des plans de contrôle orientés et spécifiques de la DGAL et 1 201 données des plans « diagnostic fin » de la DREAL Rhône-Alpes) sont disponibles pour les années 2008, 2009 et 2010.

Au niveau des bassins hydrographiques, les anguilles apparaissent comme étant les plus contaminées; d'après les moyennes issues de la description des contaminations en dioxines et PCB-DL (Tableau 2), les niveaux sont au-dessus de la limite réglementaire pour tous les bassins à l'exception du bassin Adour-Garonne. Comme attendu, les espèces faiblement bio-accumulatrices apparaissent comme étant les moins contaminées pour tous les bassins. Sur la base des espèces faiblement et fortement bio-accumulatrices, il apparaît que les bassins Seine-Normandie et Rhône-Méditerranée sont les plus contaminés. Sur la base des anguilles, les bassins Artois-Picardie et Seine-Normandie apparaissent comme les plus contaminés.

Modalités d'interprétation des données de contamination des poissons de rivière

La toxicité des PCB est liée à leur accumulation progressive dans l'organisme au cours du temps. La question posée est celle de l'impact à long terme d'une exposition chronique. Aussi, l'objectif n'est pas de vérifier la conformité de chacun des prélèvements comme dans le cadre des contrôles officiels mais d'estimer une contamination moyenne. Cette interprétation est conduite par secteur hydrographique pertinent à l'intérieur d'un bassin hydrographique en s'assurant de l'homogénéité des niveaux de contamination dans ce secteur.

Cette estimation est réalisée par une analyse multivariée de type régression linéaire généralisée lognormale [5], permettant d'analyser simultanément plusieurs variables (type d'espèce, secteur de prélèvements et masse/taille). Les estimations des moyennes de contamination en dioxines et PCB-DL et leurs intervalles de confiance à 95 % sont ensuite comparés aux limites réglementaires européennes. Un secteur de prélèvement correspond à un cours d'eau ou une partie d'un cours d'eau, il est donc représenté par une ou plusieurs stations de prélèvements. Une espèce (ou un type d'espèces) sera considérée comme étant non conforme si l'estimation de la borne haute de l'intervalle de confiance à 95 %, obtenue par la modélisation, est supérieure à la limite réglementaire et si au moins



une non-conformité est observée dans le secteur de prélèvement considéré.

La prise en compte de l'incertitude à 95 % autour de la moyenne estimée est un critère pertinent pour juger de la conformité des espèces dans le sens où cette moyenne de contamination est le critère retenu pour des expositions chroniques des consommateurs aux contaminants physico-chimiques.

Lorsque la masse est également corrélée au niveau de contamination, il est proposé de définir, en plus de l'espèce et du secteur de prélèvements, une masse maximale caractérisant la conformité de l'espèce.

Les résultats issus de la modélisation sont expertisés par le GECU mis en place en 2008 et rendus sous la forme d'avis de l'Anses. Ils permettent d'émettre des recommandations de consommation ou de non-consommation par type d'espèce et par secteur de prélèvements sur la base de l'arbre de décision défini dans l'avis de l'Afssa du 13 mai 2009 [4] et ayant évolué au cours de l'acquisition des connaissances. Si les données sont insuffisantes pour permettre l'estimation de contaminations moyennes, des recommandations temporaires peuvent alors être proposées.

L'Anses a rendu près de vingt avis relatifs aux interprétations des résultats d'analyses en dioxines et PCB dans les poissons d'eau douce. Ces derniers détaillent les résultats et proposent des recommandations de consommation par cours d'eau, plus pertinentes qu'une analyse globale par bassin où des hétérogénéités peuvent exister entre cours d'eau. La méthodologie a également été appliquée aux résultats d'analyses en PCB disponibles en baie de Seine et aux résultats d'analyses en mercure réalisées dans le cadre du plan national (avec une classification différente des espèces).

Bilan et perspectives

À ce jour, les données acquises durant le plan national de surveillance Anses-ONEMA 2010 n'ont pas toutes été interprétées. L'année 2011 va donc permettre de finaliser les interprétations des dernières données collectées.

Par ailleurs, l'Anses a proposé en 2009 une approche pragmatique d'analyse en routine du risque de contamination en PCB des poissons d'eau douce et de mer en définissant des valeurs seuils en PCB de type non-dioxine (PCB-NDL) comme outil d'appréciation de ce risque [6]. Ces valeurs ne sont pas des seuils sanitaires mais des seuils en PCB-NDL prédictifs de la conformité/non-conformité des espèces de poissons d'eau douce et de mer en dioxines et PCB de type dioxine (PCB-DL), actuellement réglementés au niveau européen pour les espèces de poissons commercialisées. L'intérêt de cette analyse prédictive par les seuls PCB-NDL est de limiter le nombre d'analyses en dioxines et PCB-DL plus coûteuses.

Dès le lancement du plan national, il était convenu d'établir en 2011, un bilan après les trois années d'échantillonnage des milieux aquatiques avant d'envisager de nouveaux prélèvements. Dans ce cadre, l'Anses s'est autosaisie afin de conduire ce bilan et de proposer une stratégie adaptée pour la surveillance des milieux aquatiques. Les adaptations pourront porter notamment sur les espèces de poissons (classification des espèces, recherche d'une espèce indicatrice), la constitution des échantillons ainsi que sur les substances analysées (actualisation des travaux de 2009 sur les corrélations entre les PCB-NDL et les PCB-DL, recherche d'un congénère indicateur). Cette stratégie concernera les cours d'eau échantillonnés et pour lesquels des recommandations de non-consommation de tout ou partie des espèces ont été formulées et les cours d'eau qui n'ont pas été échantillonnés.

Des modalités d'échantillonnage pour un suivi des tendances sur le long terme pourront également être envisagées. Ce bilan tiendra compte des différentes activités de pêche exercées (pêche professionnelle et/ou de loisir) et des évolutions réglementaires à venir le cas échéant. Les conclusions de ce bilan sont prévues pour la mi-2012.

Enfin, l'étude d'imprégnation aux PCB des consommateurs de poissons d'eau douce conduite par l'Anses, avec le partenariat de l'InVS, apportera des éclairages sur les niveaux de consommation des poissons d'eau douce qui pourront être utiles à l'adaptation des modalités d'échantillonnage. Cette étude apportera également des informations sur l'imprégnation des populations de pêcheurs, utiles pour caractériser des fréquences de consommation sans risque pour les consommateurs. Les résultats de cette étude sont attendus pour septembre 2011.

Références bibliographiques

- [1] Tard A., Gallotti S., Leblanc JC., Volatier JL. (2007) Dioxins, furans and dioxin-like PCBs: Occurrence in food and dietary intake in France. *Food Additives and Contaminants*, 24(9): 1007-1017.
- [2] Règlement (CE) n°1881/2006 du 19 décembre 2006 modifié portant fixation des teneurs maximales pour certains contaminants dans les denrées alimentaires.
- [3] Afssa - Agence française de sécurité sanitaire des aliments (2008) Avis du 5 février relatif au plan d'échantillonnage national des PCB dans les poissons de rivière: proposition de méthodologie (ref: 2008-SA-0019).
- [4] Afssa - Agence française de sécurité sanitaire des aliments (2009) Avis du 13 mai relatif à l'interprétation des données du plan national PCB 2008 dans les poissons de rivière et à la proposition du plan d'échantillonnage 2009 (ref: 2009-SA-0118).
- [5] Afssa - Agence française de sécurité sanitaire des aliments (2007) Avis du 3 décembre relatif à l'interprétation des résultats d'analyse du plan d'échantillonnage mis en place dans le cadre de la pollution en PCB des poissons du Rhône (ref: 2007-SA-0239).
- [6] Afssa - Agence française de sécurité sanitaire des aliments (2009) Avis du 27 novembre relatif à la détermination de valeurs seuils en PCB-NDL comme outil d'appréciation du risque de la contamination en PCB des poissons d'eau douce et de mer (ref: 2009-SA-0241).