



HAL
open science

Proposition d'un protocole de suivi à long terme de la contamination des poissons dans les secteurs pollués par les PCB

S. Pradelle, C. Putavy, Marc Babut, A. Mathieu, Clément Bourg, O. Serment

► To cite this version:

S. Pradelle, C. Putavy, Marc Babut, A. Mathieu, Clément Bourg, et al.. Proposition d'un protocole de suivi à long terme de la contamination des poissons dans les secteurs pollués par les PCB. [Rapport de recherche] irstea. 2012, pp.37. hal-02596892

HAL Id: hal-02596892

<https://hal.inrae.fr/hal-02596892v1>

Submitted on 15 May 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



**PROGRAMME D' ACTIONS PCB
DU BASSIN RHÔNE-MEDITERRANÉE**

-

**Proposition d'un protocole de suivi à long terme
de la contamination des poissons
dans les secteurs pollués par les PCB**

**Sébastien PRADELLE¹, Claude PUTAVY², Marc BABUT¹, Aurélia MATHIEU¹,
Cyril BOURG³ et Olivier SERMENT²**

¹ IRSTEA, UR MALY, 3 bis Quai Chauveau – CP220, F-69336 LYON, France

² DREAL Rhône-Alpes, Délégation de Bassin, F-69453 LYON Cedex 06, France

³ DREAL Rhône-Alpes, REMIPP, F-69453 LYON Cedex 06, France

Janvier 2012

**Etude du programme PCB du bassin Rhône-Méditerranée
réalisée dans le cadre de la convention DREAL Rhône-Alpes / Cemagref**

Résumé

Le diagnostic de la pollution PCB réalisé au niveau du bassin Rhône-Méditerranée de 2008 à 2011 a permis de réaliser la cartographie de la pollution du bassin-versant par les polychlorobiphényles (PCB). Ce diagnostic a mis en avant les linéaires de cours d'eau pollués présentant des niveaux de contamination des poissons supérieurs aux seuils sanitaires en vigueur. Ce diagnostic initial de la contamination PCB a ainsi été suivi d'interdictions de consommation et de commercialisation de poissons¹. Fin 2011, à l'échelle du bassin Rhône-Méditerranée, cinquante cours d'eau et plans d'eau sont soumis à une interdiction de consommation de poissons (de quelques espèces ou de toutes).

A l'occasion de l'élaboration du second programme d'actions PCB du bassin Rhône-Méditerranée pour la période 2011-2013, il est apparu indispensable de mettre en place pour ces secteurs, **un suivi à moyen et long terme de l'évolution de la contamination des poissons**. En effet, sur ces zones polluées, il est nécessaire d'évaluer les tendances d'évolution de la contamination des poissons afin de savoir si la pollution PCB diminue et à quel rythme.

Dans le même temps, les usagers des cours d'eau (pêcheurs mais aussi agriculteurs, professionnels du tourisme...) impactés par les retombées économiques des interdictions de consommation de poissons, souhaitent que ces dernières puissent être levées dès lors que les niveaux de contamination des poissons sont redevenus inférieurs aux seuils sanitaires en vigueur.

Deux objectifs sont donc poursuivis, l'un environnemental (suivi des tendances), l'autre sanitaire (levées des interdictions à terme).

Un objectif fort de cette étude était de décloisonner les enjeux sanitaires et environnementaux qui sont respectivement étudiés et gérés par des organismes scientifiques ainsi que des ministères différents. L'idée étant de proposer un protocole qui permette de répondre aux deux enjeux tout en optimisant les moyens.

Cet objectif est atteint. Le protocole proposé permet en effet de suivre les tendances et de vérifier l'état de conformité des poissons vis à vis des normes sanitaires. Il permet en outre d'engager progressivement les crédits sur les analyses en fonction des résultats observés et optimise ainsi l'utilisation des ressources.

Ce protocole est proposé aux ministères concernés et transmis aux organismes publics référents (ANSES et ONEMA). Il a vocation à alimenter les réflexions nationales sur le sujet du suivi à long terme de la pollution par les PCB.

Dans le cadre de cette étude une campagne de pêche a été réalisée sur le Grand-Large (Annexe du Rhône en amont de Lyon) début 2011. L'exploitation des résultats d'analyses de cette campagne de prélèvement ainsi que celle des résultats de la base de données du programme PCB du bassin Rhône-Méditerranée ont permis d'établir des recommandations pour la mise en place d'un protocole de suivi à long terme de la pollution PCB.

Les recommandations qui découlent de cette étude sont les suivantes :

- Les espèces à cibler sont le **Chevesne** (dans le cas d'une interdiction totale de consommation de poisson), le **Barbeau fluviatile** et la **Truite fario** (pour les têtes de bassin-versant).
- Les analyses doivent être réalisées sur des **échantillons individuels** et non pas sur des pools d'individus en raison de la forte variabilité individuelle que ce soit pour les caractéristiques morphologiques comme pour les niveaux de contamination en PCB.
- Le **poids des individus analyser doit être au minimum de 300g**, de manière à avoir des individus d'au moins 4 ans.

¹ Les interdictions actuellement en vigueur concernent la consommation et la commercialisation de poissons. Par simplification, tout au long de ce rapport, nous parlerons « d'interdiction de consommation » ou tout simplement « d'interdiction » car l'objectif visé est bien d'éviter la consommation des poissons contaminés.

- Pour chaque station suivie, il est recommandé d'analyser au minimum **10 individus de taille homogène** afin d'obtenir un échantillonnage représentatif de la population.

- Une analyse des PCB est proposée en deux étapes **1) l'analyse des PCB indicateurs** : suffisante pour suivre l'évolution de la contamination PCB d'un secteur d'étude et juger efficacement (via les PCB non dioxine-like) de la conformité sanitaire des individus. **2) l'analyse de la TEQ-totale** (=Quantité d'Equivalent Toxique), en cas de conformité des échantillons vis à vis du seuil sanitaire en PCBndl. Cette deuxième série d'analyses sera en effet indispensable pour lever toute interdiction de consommation de poissons. Elle permettra de confirmer la conformité sanitaire des échantillons vis à vis de la TEQ en dioxines-furanes et de la TEQ-totale.

- Une **fréquence de suivi de 4 ans** est recommandée, celle-ci permet un renouvellement des classes d'âge majoritairement capturées.

Les recommandations effectuées lors de cette étude ont permis de proposer un protocole de suivi adapté à chacun des secteurs prospectés en tenant compte des espèces interdites à la consommation (interdiction partielle ou totale). Ainsi, le schéma décisionnel est proposé, avec quatre étapes d'analyses pour les secteurs en interdiction totale et deux pour les secteurs en interdiction partielle.

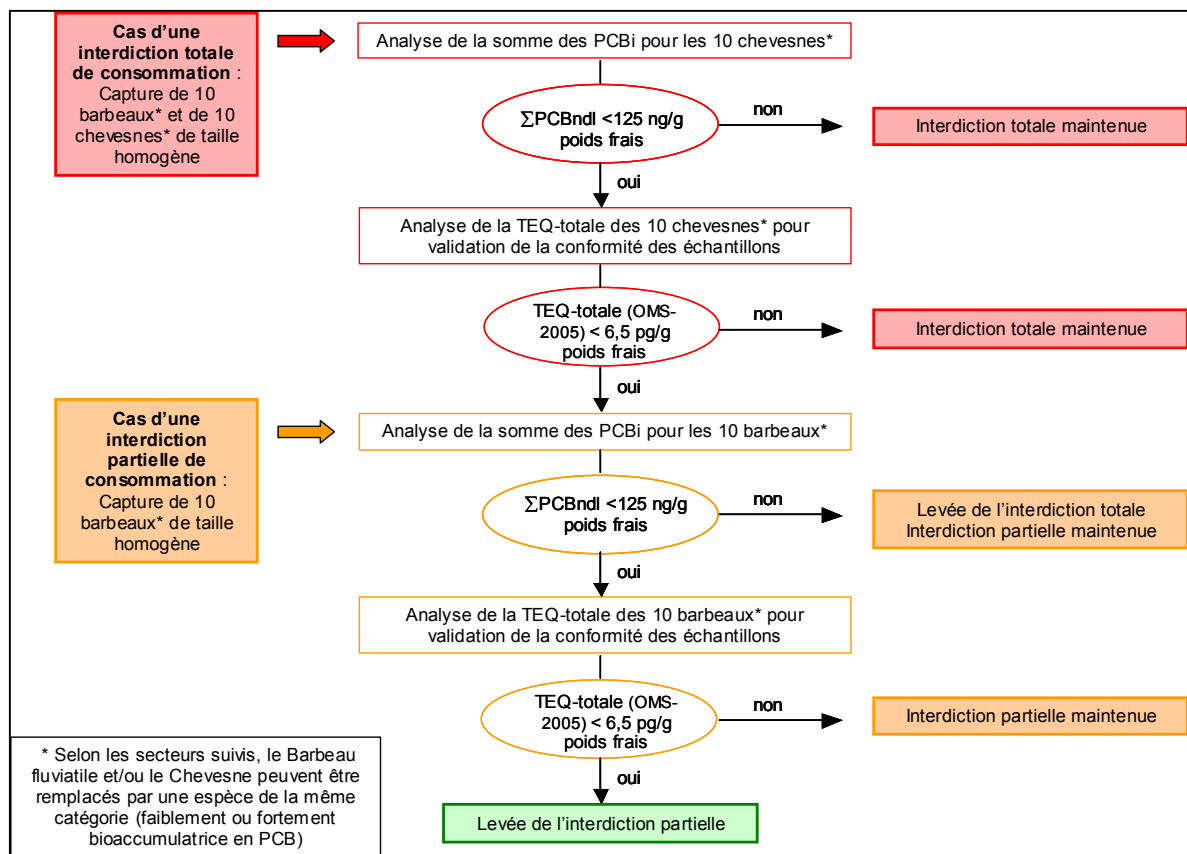


Schéma décisionnel du protocole proposé pour le suivi de la contamination PCB des secteurs soumis à interdiction de consommation de poissons

Une application du protocole proposé est suggérée pour le suivi des secteurs les plus pollués du bassin Rhône-Méditerranée. En fin de document, une liste de 65 stations de suivi est proposée pour l'ensemble du bassin Rhône-Méditerranée. 34 d'entre-elles étant soumises à interdiction totale de consommation de poissons et 31 soumises à interdictions partielle. La mise en œuvre du suivi à une fréquence de 4 ans implique de suivre environ 15 stations par an.

Table des Matières

I.	Introduction	1
II.	Résultats d'analyses disponibles.....	2
A.	Données de la base PCB du programme de bassin Rhône-Méditerranée	2
B.	Campagne de prélèvement : Grand-Large 2011	2
III.	Recommandations pour la mise en place d'un suivi de la pollution PCB	4
A.	Discussion et recommandations sur les espèces à analyser.....	4
1.	Classement des espèces capturées sur le Grand-Large selon leur niveau de contamination par les PCB.....	4
2.	Niveau de contamination des espèces de petite taille sur le bassin Rhône-Méditerranée .	8
3.	Choix des espèces à analyser.....	9
B.	Discussion et recommandations sur les caractéristiques des lots à analyser (pool ou lots individuels).....	12
C.	Discussion et recommandations sur les caractéristiques des individus à analyser	13
D.	Discussion et recommandations sur le nombre d'échantillons à analyser	15
1.	Echantillonnage de Carassins sur le Grand-Large en 2011	15
2.	Détermination du nombre optimal d'échantillons à analyser.....	16
E.	Discussion et recommandations sur les congénères de PCB à analyser.....	19
F.	Discussion et recommandations sur la fréquence du suivi.....	21
IV.	Conclusion sur les recommandations pour la mise en place d'un suivi de la pollution PCB .	22
V.	Proposition d'un protocole de suivi des secteurs pollués par les PCB	23
A.	Secteur soumis à une interdiction partielle de consommation de poisson (espèces fortement bioaccumulatrices)	23
B.	Secteur soumis à une interdiction totale de consommation de poisson	24
C.	Cas particuliers	25
D.	Schéma récapitulatif du protocole proposé pour le suivi de la contamination PCB des secteurs soumis à interdiction de consommation de poisson	25
VI.	Mise en application d'un suivi PCB sur le bassin Rhône-Méditerranée	27
A.	Interdictions de consommation de poissons en vigueur sur le bassin Rhône-Méditerranée	27
B.	Sélection des stations pour le suivi de la contamination PCB	27
C.	Cas des secteurs du bassin Rhône-Méditerranée en interdiction totale	28
D.	Cas des secteurs du bassin Rhône-Méditerranée en interdiction partielle	29
E.	Mise en œuvre du suivi des secteurs du bassin Rhône-Méditerranée soumis à interdiction de consommation de poisson	30
F.	Evolution de la liste des stations de suivi PCB du bassin Rhône-Méditerranée.....	31
VII.	Conclusion.....	33

I. Introduction

Le diagnostic de la pollution PCB réalisé au niveau du bassin Rhône-Méditerranée de 2008 à 2011 a permis de réaliser la cartographie de la pollution du bassin-versant par les polychlorobiphényles (PCB). Ce diagnostic a mis en avant des linéaires de cours d'eau pollués par les PCB dont les niveaux de contamination des poissons sont supérieurs aux seuils sanitaires en vigueur². Ce diagnostic initial de la contamination PCB a été suivi d'interdictions de consommation de poissons (partielle ou totale). Fin 2011, à l'échelle du bassin-versant Rhône-Méditerranée, 50 cours d'eau et plans d'eau sont soumis à une interdiction de consommation de poissons.

A l'occasion de l'élaboration du second programme d'actions PCB du bassin Rhône-Méditerranée pour la période 2011-2013, il est apparu indispensable de mettre en place pour ces secteurs, un suivi de l'évolution de la contamination des poissons. Cependant, afin de réaliser un suivi cohérent de la pollution, il est nécessaire de disposer d'un protocole de suivi clairement défini.

L'étude présentée dans ce rapport a pour objectif de soumettre, au cours du premier trimestre 2012, aux pilotes du plan national PCB, un protocole de suivi à long terme de la contamination des poissons afin de pouvoir mettre en évidence une évolution de la pollution sur les secteurs échantillonnés. Afin de répondre à cet objectif, les recommandations formulées dans ce rapport concernent :

- les espèces à analyser
- le protocole de constitution des échantillons (lots individuels ou pools d'individus)
- les caractéristiques morphologiques des individus à capturer
- le nombre d'échantillons à constituer
- les congénères de PCB à analyser (de manière à optimiser le suivi en terme de moyen)
- la fréquence du suivi

Afin de pouvoir proposer des recommandations pour ces différents points, une analyse de l'ensemble des résultats bancarisés dans la base de données du programme PCB du bassin Rhône-Méditerranée a été réalisée. En complément de ces données, une campagne de pêche spécifique a été réalisée sur le plan d'eau du Grand-Large (annexe du Rhône, située en amont de Lyon) au début de l'année 2011.

Le protocole proposé dans ce document intègre l'aspect sanitaire afin de lever le cas échéant les interdictions de consommation de poissons en vigueur, dès lors que les niveaux de contamination seront redevenus inférieurs aux seuils sanitaires. Ainsi, le protocole proposé est adapté au type d'interdiction de consommation de poissons en vigueur (partielle ou totale).

Une application du protocole défini est enfin suggéré pour le suivi des secteurs les plus pollués du bassin Rhône-Méditerranée dont une liste est proposée en fin de document.

² RÈGLEMENT(CE)N 1883/2006 DE LA COMMISSION du 19 décembre 2006 portant fixation des méthodes de prélèvement et d'analyse d'échantillons utilisées pour le contrôle officiel des teneurs en dioxines et en PCB de type dioxine de certaines denrées alimentaires

II. Résultats d'analyses disponibles

Une analyse de l'ensemble des résultats de contamination des poissons bancarisés dans la base du programme PCB du bassin Rhône-Méditerranée a été réalisée. Cette analyse a été complétée par une campagne de prélèvements afin d'établir certaines recommandations. Celle-ci a été réalisée, début 2011 sur le plan d'eau du Grand-Large (annexe du Rhône, située en amont de Lyon).

A. Données de la base PCB du programme de bassin Rhône-Méditerranée

La base de données PCB du programme de bassin Rhône-Méditerranée (<http://www.rhone-mediterranee.eaufrance.fr> - Rubrique « Pollution par les PCB / Données ») recueille l'ensemble des résultats d'analyses PCB réalisées sur poissons, obtenus dans le cadre de différents programmes d'actions (Diagnostic de Bassin - DREAL ; Plan National - ONEMA ; Plans de Contrôle - DGAL et autres suivis locaux).

Fin 2011, la base de données regroupe plus de 3700 résultats d'analyses réalisées sur 48 espèces de poissons capturées entre 2005 et 2010. Cette base est alimentée régulièrement, au fur et à mesure de l'arrivée de nouveaux résultats au sein des différents programmes.

B. Campagne de prélèvement : Grand-Large 2011

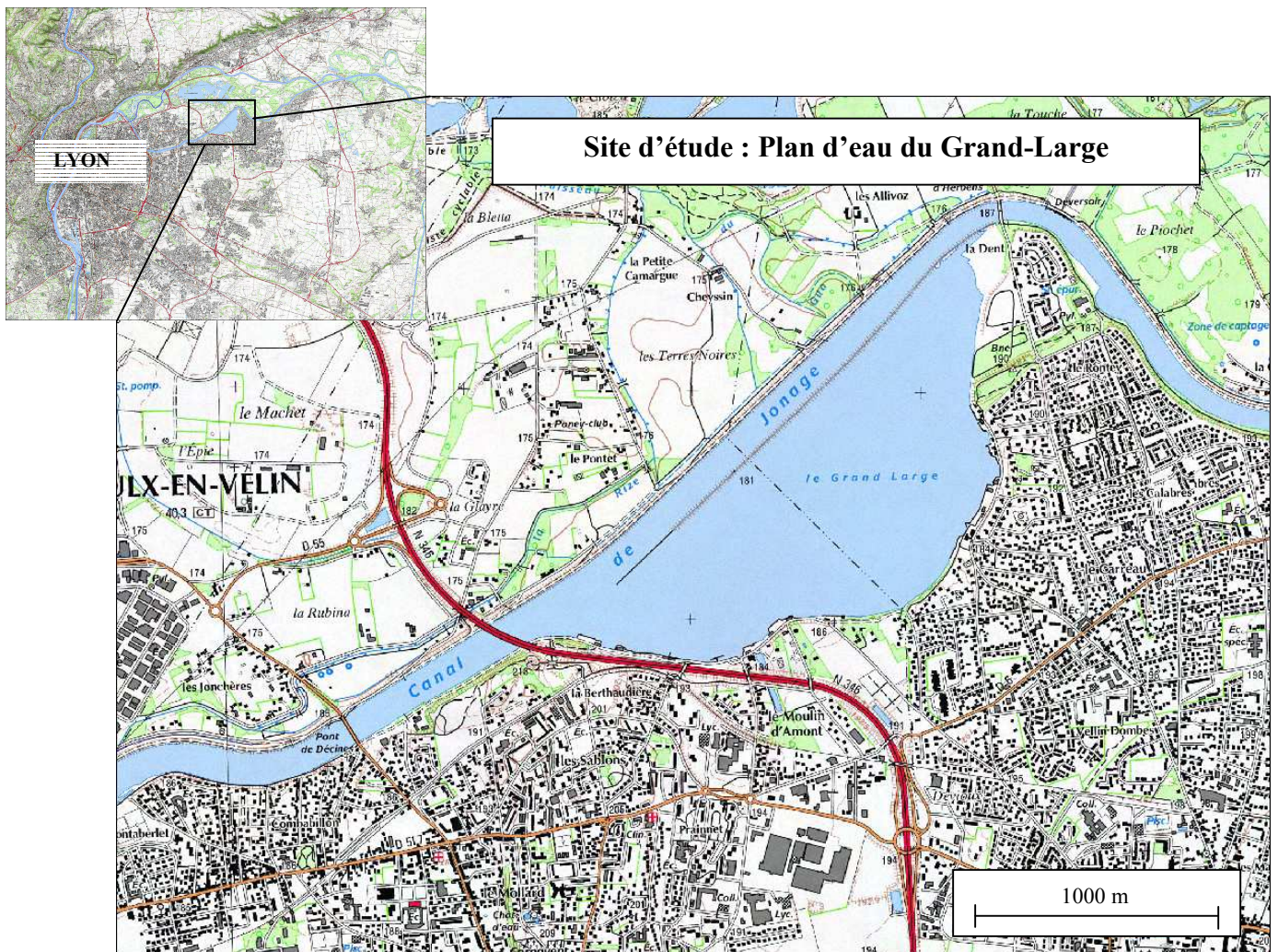
L'ensemble des données bancarisées dans la base PCB de bassin ne permettant pas de répondre à l'ensemble des questions posées en objectifs de cette étude (notamment : comparer des individus d'âge homogène capturés au même moment sur une même station), il a été nécessaire de réaliser une campagne de prélèvement spécifique. L'objectif de cette campagne était de capturer sur un même site de nombreuses espèces en nombre relativement important (de 10 à 50 individus par espèce homogènes en taille).

Le plan d'eau du Grand-Large a été retenu pour cette campagne en raison :

- de la diversité des espèces piscicoles représentées ;
- de l'abondance relative de la plupart de ces espèces ;
- d'une contamination avérée depuis 2005 (première interdiction de consommation de poissons du bassin Rhône-Méditerranée suite aux résultats d'analyses obtenus)
- de la proximité de la DREAL Rhône-Alpes (paramètre important pour l'organisation et la réalisation de plusieurs pêches de nuit aux filets).
- de la présence d'un pêcheur professionnel sur le secteur.

Le plan d'eau du Grand-Large (144 hectares) se situe en amont immédiat de Lyon, le long du canal de Jonage (Canal de dérivation du Rhône). Il constitue un réservoir d'eau pour la centrale hydroélectrique de Cusset située à Villeurbanne. Le Grand-Large est alimenté au Nord-Est par les eaux du Rhône (**Carte 1**). Un rideau de palplanches sépare le plan d'eau du canal de Jonage sur une longueur de 2300m. Dans sa partie Sud-Ouest, le plan d'eau est en connexion avec le canal sur une longueur de 300m. Les poissons peuvent ainsi circuler librement entre le canal et le plan d'eau.

Au cours de la campagne de pêche, des prélèvements ont été réalisés non seulement dans le Grand-Large, mais également dans le canal de Jonage (au droit du Grand-Large) de manière à capturer des espèces occupant préférentiellement les milieux courants. En raison de la configuration du site, il convient donc de considérer que tous les poissons capturés (dans le canal ou dans le plan d'eau) proviennent d'un seul et unique site.



Carte 1 : Site de Prélèvement : Plan d'eau du Grand-Large (69)

Chaque pêche a été réalisée de nuit avec une pose de filets en fin d'après-midi (avant la tombée de la nuit), et une levée des filets réalisée le lendemain matin (au lever du jour). Les connaissances du pêcheur professionnel sur les espèces en présence et sur leurs habitudes (comportements, habitats utilisés...) ont grandement facilité cette phase de prélèvement.

Une première campagne d'échantillonnage a été réalisée du 30 janvier au 08 février 2011. Au cours de cette campagne, quatre pêches de nuit ont été réalisées : les 30 et 31 janvier ainsi que les 06 et 07 février 2011. La diversité des espèces capturées étant relativement faible, une deuxième campagne de pêche a été programmée plus tard dans la saison de manière à pouvoir capturer plus d'espèces.

La deuxième campagne de prélèvement a eu lieu du 09 au 17 mai 2011. Cette campagne a consisté en cinq poses/relèves de filets. La diversité des espèces capturées a été plus importante que lors de la première campagne.

Ces deux campagnes ont permis la constitution de 157 échantillons répartis en 13 espèces (**Tableau I**). Chacun de ces échantillons (hormis pour les ablettes) est constitué d'un seul individu pour lequel ont été déterminés âge et sexe. Les individus analysés ont été sélectionnés de manière à analyser pour une espèce donnée, des sujets de taille relativement homogène.

Espèce	Nombre d'échantillons analysés
Ablette (lots)	2
Barbeau fluviatile	15
Brème bordelière	15
Brème commune	15
Brochet	4
Carassin argenté	49
Carpe commune	5
Chevesne	13
Perche	2
Rotengle	10
Sandre	7
Silure glane	10
Tanche	10
Total	157

Tableau I : Echantillons de poissons prélevés dans le Grand-Large et le canal de Jonage en 2011

Pour chaque échantillon ont été déterminées les concentrations en PCB, PCDD (dioxines), CDF (furanes) ainsi qu'en mercure pour la plupart d'entre eux. Les analyses ont été réalisées sur la chair des poissons (filets uniquement, mis à part pour les ablettes qui du fait de leur petite taille ont été broyées et analysées entières)

III. Recommandations pour la mise en place d'un suivi de la pollution PCB

A. Discussion et recommandations sur les espèces à analyser

1. Classement des espèces capturées sur le Grand-Large selon leur niveau de contamination par les PCB

Un des objectifs de cette étude est de comparer le niveau de contamination de différentes espèces capturées à un même moment et ce sur un seul et unique site. Afin de pouvoir comparer les niveaux de contamination relatifs entre les espèces, il est important d'étudier les concentrations obtenues pour des individus d'âge homogène (ayant accumulés les PCB sur une même période). La distribution des âges des individus analysés figure dans le **Tableau II**.

Espèce \ Age	Age											Total	
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Barbeau fluviatile				5	5	5							15
Brème bordelière				3	3	5	3	1					15
Brème commune				1	2	5	4	2				1	15
Brochet		1	2		1								4
Carassin argenté		1	23	24	1								49
Carpe commune				1	2	2							5
Chevesne		1	1	2	3	5	1						13
Perche	1	1											2
Rotengle		4	3	2	1								10
Sandre		1	2	3			1						7
Silure glane		2		2	2	2	2						10
Tanche			3	7									10
% d'individu par âge	0,6	7,1	21,9	32,3	12,9	15,5	7,1	1,9	0,0	0,0	0,6		155

Tableau II : Distribution des effectifs par espèces et par âge des poissons capturés sur le Grand-Large en 2011

L'âge des individus analysés varie entre 2 et 12 ans selon les espèces. La classe d'âge la plus représentée (toutes espèces confondues) est celle de 5 ans, avec 32% des individus. Les classes d'âges 4, 5, 6 et 7 ans représentent chacune d'elles plus de 10% de l'échantillonnage. Ces quatre classes représentent 83% de l'ensemble des individus analysés.

La distribution de l'âge des individus capturés lors de cette étude est semblable à celle observée sur le bassin Rhône-Méditerranée : les carnassiers capturés (brochets, perches et sandres) ne dépassent que très rarement l'âge de 5 ans, tandis que les grands cyprinidés (Barbeaux fluviatile, Chevesne, Brème commune et Brème bordelière) dépassent régulièrement les 7 ans (allant jusqu'à 13 ans sur le bassin Rhône-Méditerranée et 12 ans sur le Grand-Large).

La **Figure 1** représente la distribution de la TEQ-totale (OMS-1998) des 13 espèces capturées sur le Grand-Large.

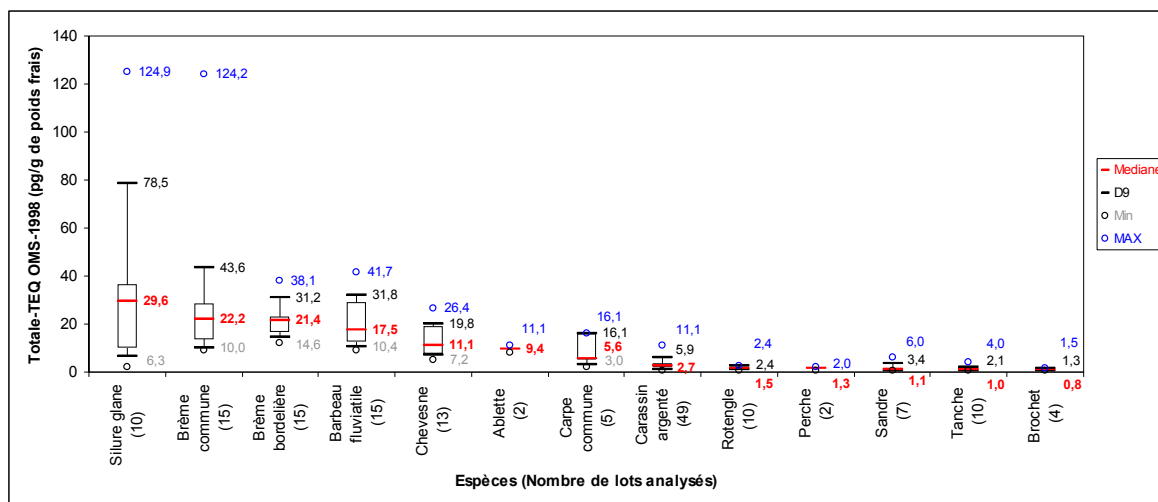


Figure 1 : Distribution de la TEQ-totale (OMS-1998) des 157 individus capturés sur le Grand-Large en 2011. Les espèces sont classées de gauche à droite selon leur TEQ-totale médiane décroissante

Ce classement différencie bien les espèces dites « fortement bioaccumulatrices » (Silure, Barbeau fluviatile, Brème commune et Brème bordelière), des espèces dites « faiblement bioaccumulatrices » (Brochet, Perche, Sandre...). La valeur médiane de la TEQ-totale des espèces fortement bioaccumulatrices dépasse les 15 picogrammes TEQ par gramme de poids frais, tandis que celle des carassins, rotengles, perches, sandres, tanches et brochets est inférieure à 3 pg/g de poids frais.

Sur ce secteur, deux espèces dites faiblement bioaccumulatrices (Chevesne et Ablette) présentent une valeur médiane de TEQ-totale supérieure au seuil sanitaire. A l'inverse, la Carpe commune classée par l'AFSSA³ parmi les espèces fortement bioaccumulatrices⁴, présente des niveaux de contamination relativement bas (valeur médiane égale à 5,6 pg/g de poids frais) par rapport aux autres espèces fortement bioaccumulatrices en PCB.

Le classement des espèces présenté en **Figure 1** a ensuite été ajusté, en ne conservant que les individus de classes d'âge homogène. Pour cela n'ont été conservés que les individus des quatre classes d'âges les plus représentées (4, 5, 6 et 7 ans). Pour ces quatre classes, les niveaux de contamination observés pour une espèce donnée, ne mettent pas en évidence d'augmentation significative de la TEQ-totale avec l'âge, du fait de la forte variabilité de contamination au sein des individus de même âge. Ce classement des espèces réalisé sur la base d'individus d'âge homogène est présenté dans le **Tableau III**.

	Effectif	TEQ Mediane	Age moyen
Silure glane	8	24,7	5,5
Brème bordelière	11	21,4	6,2
Barbeau fluviatile	15	17,5	6,0
Brème commune	8	16,6	6,5
Chevesne	11	11,1	6,1
Carpe commune	5	5,6	6,2
Carassin argenté	48	2,8	4,5
Rotengle	6	1,3	4,7
Sandre	5	1,1	4,6
Tanche	10	1,0	4,7
Brochet	3	1,0	4,7
Total	130		

Tableau III : Classement des espèces selon la valeur médiane de leur TEQ-totale (OMS-1998) pour les individus âgés de 4 à 7 ans, capturés sur le Grand-Large en 2011.

³ Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments, devenue depuis le 07.01.2010 : l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES)

⁴ Saisine 2009-SA-0118 du 13 mai 2009 relative à l'interprétation des données du plan national PCB 2008 dans les poissons de rivière et à la proposition du plan d'échantillonnage 2009

Le seul changement dans ce nouveau classement (tenant compte de l'âge des individus) par rapport à celui de la **Figure 1**, concerne la Brème commune qui, après avoir éliminé l'individu de 12 ans, présente une valeur médiane de TEQ-totale de l'ordre de celle du Barbeau fluviatile. Elle présente alors un niveau de contamination légèrement inférieur à ceux du Silure et de la Brème bordelière.

Si l'on compare ce classement des espèces (**Tableau III**) à celui proposé par l'AFSSA en 2009 (**Figure 2**) :

- on retrouve les espèces dites « fortement bioaccumulatrices » (Barbeau fluviatile, Silure, Brème commune et Brème bordelière) dans le haut du classement.
- une sélection d'individus d'âge homogène, fait apparaître le Silure comme étant l'espèce capturée la plus contaminée. Le classement AFSSA le positionne derrière le Barbeau fluviatile et la Carpe commune.
- concernant les deux espèces de brèmes (commune et bordelière), elles n'étaient pas différenciées dans le classement AFSSA de 2009. Les prélèvements réalisés sur le Grand-Large mettent en évidence des niveaux de contamination plus élevés pour la Brème bordelière.

Afsa Saisine n° 2009-SA-0118 Liée à la saisine n° 2008-SA-0019								
La classification propose les 3 groupes d'espèces suivants, par ordre décroissant du niveau de contamination en Total TEQ :								
1. les anguilles,								
2. les brèmes, silures, barbeaux, carpes, blageons et vairons,								
3. les sandres, rotangles, brochets, perches, carassins, ablettes, filets, gardons, goujons, tanches, chevesnes, vandoises, hotus et truites.								
2. statistiques descriptives par espèce								
espèce	nb ech	taux de MG (moy)	Total TEQ = PCB-DL + PCDD/F					
			moy (pg TEQ/g PF)	sd	min	max	med	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
rotangle	9	1,5	3,2	2,6	0,6	7,4	2,3	7,4
perche	137	1,0	3,6	7,7	0,1	84,0	1,9	8,8
flet	6	2,5	4,1	1,9	2,2	7,3	3,8	7,3
ablette	5	3,0	4,3	3,3	0,3	8,4	5,1	8,4
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
truite	72	4,6	8,5	13,0	0,4	76,2	4,1	37,7
vandoise	21	3,0	8,8	9,7	0,5	34,8	3,8	26,2
breme	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
blageon	6	4,4	22,8	12,6	7,4	43,0	23,6	43,0
vairon	4	6,4	23,2	7,4	14,6	32,6	22,9	32,6
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	16,2	32,1	41,8	0,3	313,7	16,0	127,9
TOTAL	1886							

Figure 2 : Classification des espèces en 3 groupes selon leur niveau de contamination par les PCB – Classement proposé par l'AFSSA en Mai 2009 (extrait de la saisine n°2009-SA-0118)

- la Carpe commune présente sur le Grand-Large des niveaux de contamination beaucoup plus faibles que ceux des quatre autres espèces fortement-bioaccumulatrices et inférieurs à ceux du Chevesne. L'observation faite sur le Grand-Large concernant la position de la Carpe dans le classement des espèces, va dans le sens des conclusions de l'étude menée par Babut

et al. (2011)⁵ sur les facteurs d'accumulation en PCB de plusieurs espèces : la Carpe présente un facteur d'accumulation en PCB relativement bas. Dans le classement des espèces proposé par l'AFSSA en 2009, la Carpe se trouve avec l'Anguille et le Barbeau fluviatile, parmi les espèces les plus contaminées.

- le Chevesne semble accumuler beaucoup plus les PCB que les autres cyprinidés dits faiblement bioaccumulateurs (Carassin, Rotengle, Tanche) qui présentent quant à eux des niveaux de contamination relativement bas, c'est à dire de l'ordre de ceux des carnassiers (Brochet, Sandre, Perche).

- Rotengle, Sandre et Brochet se trouvent au même niveau que la Tanche et le Carassin. Ces différences peuvent s'expliquer par l'âge des individus capturés. En effet, si on étudie pour le bassin Rhône-Méditerranée l'âge des poissons analysés, on observe des différences selon les espèces (**Tableau IV**).

	Nombre de déterminations d'âge	Age moyen des individus
Anguille	204	7,1
Brème commune	83	6,7
Carpe commune	69	5,8
Brème bordelière	5	5,8
Barbeau fluviatile	248	5,4
Chevesne	508	5,2
Carassin	11	4,6
Tanche	51	4,5
Sandre	32	3,3
Silure	30	3,2
Brochet	52	2,4

Tableau IV : Age moyen par espèce des individus analysés pour le bassin Rhône-Méditerranée

L'âge moyen des individus capturés pour la Tanche, le Carassin, le Chevesne, le Barbeau fluviatile, les brèmes (commune et bordelière) et la Carpe varie entre 4 ans ½ et 6 ans ½. L'Anguille est l'espèce qui présente l'âge moyen le plus élevé. A l'opposé, les plus gros brochets, silures et sandres analysés présentent un âge moyen plus faible (entre 2 ans ½ et 3 ans ½). Ceci peut expliquer le fait que dans le classement relatif des espèces (basés sur des individus d'âge homogène), ces trois espèces se retrouvent à des niveaux de contamination relatifs plus élevés que dans le classement proposé par l'AFSSA en 2009. Les sandres et les brochets présentent des niveaux de contamination équivalents à ceux des cyprinidés faiblement bioaccumulateurs, tandis que le Silure se trouve être l'espèce la plus contaminée.

Il est cependant important de noter que le classement relatif des espèces proposé par l'AFSSA en 2009 est basé sur l'ensemble des résultats d'analyses obtenus au niveau national. L'analyse AFSSA repose donc un nombre plus important de résultats par espèce que dans le cas de l'étude réalisée sur Grand-Large, mais considère l'ensemble des résultats obtenus sans différencier les lots individuels des lots constitués de plusieurs individus de taille hétérogène. D'autre part, les résultats traités par l'AFSSA sont issus de poissons provenant de nombreux secteurs dont les niveaux de contamination en PCB s'avèrent très variables (résultats d'analyses réalisées sur sédiment compris entre quelques microgrammes de PCB indicateurs par kilogramme de sédiment frais jusqu'à plusieurs centaines de µg/kg). De plus, en raison de l'absence de détermination d'âge pour la majorité des échantillons analysés au niveau national, le classement proposé par l'AFSSA ne peut tenir compte de la durée d'exposition aux PCB des différents échantillons analysés. Ceci pourrait expliquer les quelques différences observées entre le classement proposé par l'AFSSA en 2009 et celui obtenu à partir de l'étude réalisée sur le Grand-Large en 2011, notamment pour les carnassiers (Brochet, Sandre et Silure).

Les observations réalisées sur le Grand-Large confirment le fait que **le Chevesne se trouve être l'espèce la plus contaminée après les cinq espèces dites « fortement bio-**

⁵ Babut, M., Roy, A., Lopes, C. and Pradelle, S., 2011. Contamination des poissons d'eau douce par les PCB et d'autres contaminants persistants dans le bassin Rhône-Méditerranée. Détermination de facteurs d'accumulation sédiments-poissons et d'une valeur seuil dans le sédiment au-delà de laquelle les poissons risquent de dépasser le seuil réglementaire de consommation. Cemagref - DREAL Rhône-Alpes, Délégation de bassin, Lyon, 84p

accumulatrices » (Silure, Brème bordelière, Barbeau fluviatile, Brème commune, sans oublier l'Anguille : non présente dans le Grand-Large mais présentant des niveaux de contamination généralement plus élevés). Sur le Grand-Large, le Chevesne présente des niveaux de contamination jusqu'à dix fois plus élevés que ceux des autres espèces classées par l'AFSSA comme faiblement bio-accumulatrices.

A âge homogène, le **Silure** est l'espèce qui présente les **plus forts niveaux de contamination PCB** (devant les brèmes et le Barbeau fluviatile). A l'opposé, les carnassiers : **Brochet et Sandre** présentent des **niveaux de contamination très bas**.

Les principales espèces qui n'ont pu être capturées sur le Grand-Large, en raison soit de leur absence, soit de leur faible densité sont : la Perche, le Hotu, le Gardon, la Truite commune, l'Anguille ainsi que différentes espèces de petite taille (Goujon, Blageon, Vairon, Spirin...).

Concernant les espèces de petite taille, il est cependant difficile voire impossible de les intégrer au classement réalisé sur la base d'individus homogènes en âge, en raison des quantités de chair demandées par les laboratoires d'analyses. En effet, ces derniers recommandent de leur fournir un minimum de 300 à 400 grammes de poisson frais pour pouvoir réaliser l'ensemble des analyses PCB, dioxines et furanes. Or pour les espèces de petite taille (Goujon, Blageon, Vairon, Spirin, Ablette...) les plus gros sujets n'atteignent, après plusieurs années, que quelques dizaines de grammes, voire quelques grammes. Des analyses en lots de plusieurs individus sont donc nécessaires, d'où la perte de l'information âge pour ces espèces. Il est cependant important de noter que ces espèces atteignent aisément les 4 ans, et que par conséquent de tels individus, malgré leur petite taille, ont pu être exposés durant plusieurs années à la contamination PCB du milieu. Il convient donc d'intégrer ces espèces au moins dans le classement relatif au niveau de contamination, d'autant plus qu'elles sont prisées des pêcheurs (consommées en friture).

2. Niveau de contamination des espèces de petite taille sur le bassin Rhône-Méditerranée

Concernant les ablettes, les deux résultats d'analyse obtenus sur le Grand-Large mèneraient à classer cette espèce au niveau du Chevesne, c'est à dire parmi les espèces dites « faiblement bioaccumulatrices » présentant les niveaux de contamination les plus élevés.

D'autres espèces de petite taille pêchées et consommées en friture (Blageon, Spirin, Vairon, Poisson-chat et Goujon), non capturées sur le Grand-Large mais régulièrement capturées sur le bassin Rhône-Méditerranée, méritent également d'être examinées. Pour cela, un travail d'analyse des résultats bancarisés dans la base de bassin a été réalisé. Pour l'ensemble des stations où le Chevesne et une de ces espèces ont fait l'objet d'analyses simultanées, une comparaison de leur valeur médiane de TEQ-totale a été réalisée.

Il est important de noter que les différentes espèces de petite taille peuvent présenter des valeurs de TEQ-totale plus élevées que les espèces de grande taille en raison d'une différence dans le protocole de préparation des échantillons. En effet, celui-ci est basé sur des principes sanitaires, autrement dit, pour les gros sujets (supérieurs à 8 cm), l'analyse porte sur les filets des poissons, alors que pour les espèces de petite taille, l'analyse porte sur le poisson entier. Cette différence pourrait biaiser (du point de vue environnemental) la position des espèces de fritures par rapport à celle du Chevesne. Cependant cette préparation des échantillons cible la partie consommée du poisson et l'analyse comparative garde tout son intérêt d'un point de vue sanitaire puisque ces espèces sont consommées entièrement (en friture). Les résultats de cette comparaison figurent dans le **Tableau V**.

	Nombre de stations pour lesquelles l'espèce est analysée en même temps que le Chevesne	Nombre de stations où la TEQ de l'espèce est supérieure à la TEQ du Chevesne	% de stations où la TEQ de l'espèce est supérieure à la TEQ du Chevesne
Blageon	24	22	92
Spirilin	6	5	83
Ablette	9	7	78
Vairon	15	11	73
Poisson-chat	6	4	67
Loche franche	11	7	64
Goujon	49	31	63
Chabot	8	5	63

Tableau V : Comparaison de la TEQ-totale des espèces de petite taille avec celle du Chevesne pour des échantillons provenant d'une même pêche

Les résultats mettent en évidence que l'ensemble des espèces de petite taille présentent des niveaux de contamination en PCB généralement supérieurs ou égaux à ceux des chevesnes.

Certaines de ces espèces (Spirilin, Ablette, Poisson-chat, Loche franche et Chabot) ont rarement été analysées en même temps que le Chevesne. En revanche, le Vairon, le Blageon et le Goujon ont été analysés de 15 à 49 fois en simultanément avec le Chevesne. Le Vairon présente des valeurs de TEQ-totale plus élevées que le Chevesne dans 73% des cas. La TEQ-totale du Blageon est quant à elle supérieure à celle du Chevesne dans 92% des cas.

Du point de vue de l'approche sanitaire et sous réserve de confirmation pour quelques espèces moins fréquemment analysées à ce jour, les huit espèces de petite taille analysées (Blageon, Spirilin, Ablette, Vairon, Poisson-chat, Loche franche, Goujon et Chabot) pourraient donc être classées au niveau voire au dessus du Chevesne dans le classement relatif des espèces par rapport à leur niveau de contamination en PCB.

Cette comparaison met également en évidence, des niveaux de contamination plus élevés pour les espèces pélagiques (Blageon, Spirilin, Ablette et Vairon ; niveau de contamination supérieur au Chevesne dans 73 à 92% des cas) que pour les espèces benthiques (Poisson-chat, Loche franche, Goujon et Chabot ; niveau de contamination supérieur au chevesne dans 62 à 67%). Ce classement va donc dans le sens du classement proposé par l'AFSSA⁶, c'est à dire une proposition de classement du Vairon et du Blageon parmi les espèces fortement bioaccumulatrices (**Figure 2**). Cette analyse met en évidence que des résultats non conformes obtenus sur des chevesnes pourraient également indiquer une non conformité des espèces de petite taille.

Sur le bassin Rhône-Méditerranée, l'analyse des résultats obtenus au cours d'une même pêche, pour les espèces de petite taille et pour le Chevesne, révèle des niveaux de **contamination des espèces consommées en friture supérieurs ou égaux à ceux du Chevesne. Les espèces de friture pélagiques** (Blageon, Spirilin, Ablette et Vairon) **présenteraient quant à elles des niveaux de contamination plus élevés que ceux des espèces de friture benthiques** (Poisson-chat, Loche franche, Goujon et Chabot).

3. Choix des espèces à analyser

Les espèces retenues pour le protocole de suivi à long terme de la pollution PCB devront répondre à différents critères :

- être relativement **abondantes** sur la station de manière à pouvoir être capturées assez facilement lors de chaque campagne d'échantillonnage,
- **accumuler significativement les PCB** de manière à pouvoir mettre en évidence plus facilement une évolution du niveau de contamination du secteur étudié,
- dans une visée sanitaire, permettre de faire évoluer les arrêtés d'interdiction de consommation de poisson en vigueur lorsque les niveaux de contamination des secteurs auront suffisamment diminué. Ces mesures de gestion étant, dans la plupart des cas, basées sur les deux catégories d'espèces définies par l'AFSSA (faiblement ou fortement bioaccumulatrices), les espèces

⁶ Saisine 2009-SA-0118 du 13 mai 2009 relative à l'interprétation des données du plan national PCB 2008 dans les poissons de rivière et à la proposition du plan d'échantillonnage 2009

suivies devront donc être **représentatives des espèces impactées par les interdictions de consommation**. Les espèces retenues devront donc figurer parmi celles de leur catégorie qui accumulent le plus les PCB.

L'analyse de plus de 3700 résultats déjà bancarisés dans la base de données PCB du bassin Rhône-Méditerranée met en évidence la prépondérance de sept espèces dans le jeu de données (**Tableau VI**).

Ces sept espèces représentent à elle seules plus de 60% de l'ensemble des échantillons analysés (lots individuels et pools confondus) : Chevesne (16%), Truite de rivière (10%), Barbeau fluviatile (9%), Anguille et Gardon (8% chacun), Brème commune (6%) et Perche (5%). Mis à part la Truite fario et le Chevesne, les cinq autres espèces sont ciblées par le protocole d'échantillonnage proposé par l'AFSSA⁷, ce qui contribue à la forte représentation de certaines d'entre-elles. Le protocole AFSSA cible également d'autres espèces comme la Carpe commune, le Silure, le Sandre ou la Vandoise. Ces espèces ne représentent néanmoins qu'un faible pourcentage des échantillons analysés, ce qui met en évidence leur faible abondance dans les milieux prospectés. A l'inverse, cette analyse met en avant la forte représentation du Chevesne et de la Truite fario, puisque ces deux espèces n'ont été prélevées que lorsque les espèces ciblées par le protocole AFSSA n'étaient pas présentes sur le secteur d'étude. La Truite étant essentiellement échantillonnée sur les têtes de bassin-versant ou sur les cours d'eau à régime nival.

Espèce	Nombre d'analyses	% de dépassement du seuil sanitaire	Totale-TEQ max observée
Brème bordelière	36	83,3	79,7
Barbeau fluviatile	358	47,2	651,3
Omble chevalier	64	46,9	45,4
Anguille d'Europe	293	46,4	313,7
Brème commune	215	42,8	124,2
Mulet cabot	23	39,1	67,6
Vairon	21	38,1	32,6
Spirin	8	37,5	18,5
Silure glane	95	35,8	469,4
Loche franche	17	35,3	138,4
Carpe commune	121	32,2	64,6
Blageon	42	31,0	43,0
Ombre commun	31	29,0	108,0
Goujon	84	25,0	179,0
Ablette	31	22,6	14,9
Poisson chat	9	22,2	161,9
Chabot	14	21,4	19,5
Carassin	19	21,1	49,3
Chevaine	621	18,5	215,4
Truite de rivière	367	17,2	208,2
Gardon	292	17,1	21,3
Tanche	82	13,4	27,4
Bogue	8	12,5	16,1
Vandoise	18	11,1	34,8
Hotu	134	10,4	122,3
Truite arc-en-ciel	10	10,0	11,1
Brochet	115	7,0	21,3
Corégone	88	6,8	12,7
Perche	178	5,1	150,4
Carassin argente	49	2,0	11,1
Sandre	123	0,8	11,0
Rotengle	20	0,0	7,4
Lote de rivière	12	0,0	7,3
Dorade royale	23	0,0	6,0
Bar	34	0,0	4,2
Barbeau méridional	10	0,0	2,2
Sole commune	13	0,0	0,8

Tableau VI : Nombre d'analyses réalisées (lots individuels et pools), pourcentage de dépassement du seuil sanitaire, et TEQ-totale (OMS-1998) maximale observée pour les espèces présentant plus de 7 résultats d'analyses en base de données. En gras, figurent, les 7 espèces les plus représentées en base.

⁷ Saisine 2008-SA-0019 du 5 Février 2008 relative au plan d'échantillonnage national des PCB dans les poissons de rivière : proposition de méthodologie

Trois espèces fortement bioaccumulatrices sont donc bien représentées sur le bassin Rhône-Méditerranée : Barbeau fluviatile, Anguille d'Europe et Brème commune. Parmi ces trois espèces, le Barbeau fluviatile est avec l'Anguille, l'espèce qui présente les plus forts niveaux d'accumulation en PCB, comme l'indiquent Babut *et al.* (2011)⁸. L'Anguille n'est cependant pas une espèce intéressante pour caractériser un milieu en raison de son caractère migrateur.

Il est à noter que le **Chevesne** se situe parmi les espèces faiblement bioaccumulatrices présentant les niveaux de contamination les plus élevés. Si l'on fait abstraction de la Truite fario (essentiellement représentée sur les têtes de bassin-versant et les cours d'eau à régime nival) les espèces principalement prisées par les pêcheurs/consommateurs (Brochet, Perche, Corégone et Sandre) présentent des niveaux de contamination beaucoup plus faibles que ceux du Chevesne et relativement bas dans l'absolu. Ces espèces ne dépassent le seuil sanitaire que très rarement (dans 1 à 7 % des cas : **Tableau VI**). Par conséquent, lorsque le Chevesne présente des niveaux de contamination inférieurs au seuil sanitaire, ces quatre espèces sont très probablement bien en dessous de ce seuil. A l'inverse si le Chevesne présente des niveaux de contamination supérieurs au seuil sanitaire, cela ne signifie pas pour autant que ces espèces dépassent le seuil sanitaire. Pour le Grand-Large par exemple (**Figure 1**), le Chevesne présente un niveau de contamination médian de 11,1 pg de TEQ-totale/g de poids frais, alors que Sandre et Brochet présentent un niveau de contamination médian respectivement que de 1,1 et 0,8 pg/g pour des poissons âgés de 3 à 8 ans.

Le **Barbeau fluviatile** (voire la Brème commune pour les grands cours d'eau et plans d'eau) ainsi que le **Chevesne** s'avèrent donc être les espèces à retenir pour un suivi de la pollution PCB étant donné leur répartition, leur abondance, et leur capacité d'accumulation des PCB. De plus, ces espèces présentent l'avantage de ne pas voir leurs populations soutenues par des lâchers en vue de la pêche, elles s'avèrent donc bien représentatives des secteurs de capture. D'un point de vue sanitaire, elles ont également l'avantage de figurer parmi les espèces les plus contaminées de leur catégorie (faiblement ou fortement bioaccumulatrice).

La **Truite commune** semble quant à elle incontournable pour réaliser le suivi des cours d'eau à régime nival ou de tête de bassin sur lesquels sa présence est largement dominante, voire exclusive. Pour cette espèce, il est néanmoins indispensable de prendre des précautions pour les secteurs où des lâchers de sujets maillés (âgés de 2 ans ou plus) sont réalisés en vue de satisfaire l'activité de pêche.

Le **Chevesne** (espèce faiblement bioaccumulatrice), le **Barbeau fluviatile** (sinon la Brème commune ou Brème bordelière : espèces fortement bioaccumulatrices) et la **Truite fario** (pour les têtes de bassin-versant) sont les trois espèces à cibler pour la mise en place d'un suivi de la contamination PCB. En cas d'absence ou de faible abondance de ces trois espèces, le choix devra se porter sur une autre espèce abondante et bien établie sur la station de manière à optimiser les chances de captures lors de chaque campagne d'échantillonnage. **L'espèce ciblée sera déterminée lors de la première campagne d'échantillonnage, pour les campagnes suivantes, la même espèce devra être ciblée et analysée.**

Ces trois espèces ont l'avantage d'être présentes sur l'ensemble des 50 cours d'eau et plans d'eau pour lesquels un arrêté d'interdiction de consommation de poissons est actuellement en vigueur.

Cas particuliers : Pour certains secteurs d'étude comme les **lacs alpins**, les **milieux d'eau saumâtre...** où le Barbeau fluviatile, le Chevesne et la Truite fario sont absents, voire en faible densité, l'espèce de substitution pourra être le Corégone, le Mulet ou toute autre espèce bien représentée sur le secteur prospecté.

Le Brochet et le Sandre sont si possible à éviter, en raison de leurs bas niveaux de contamination par rapport aux autres espèces faiblement bioaccumulatrices (**Tableau III**). La position de ces deux espèces est confirmée par le classement AFSSA (**Figure 2**) ainsi que par les résultats d'analyses obtenus sur le Grand-Large dans le cadre de cette étude (**Tableau III**).

⁸ Babut, M., Roy, A., Lopes, C. and Pradelle, S., 2011. Contamination des poissons d'eau douce par les PCB et d'autres contaminants persistants dans le bassin Rhône-Méditerranée. Détermination de facteurs d'accumulation sédiments-poissons et d'une valeur seuil dans le sédiment au-delà de laquelle les poissons risquent de dépasser le seuil réglementaire de consommation. Cemagref - DREAL Rhône-Alpes, Délégation de bassin, Lyon, 84p

B. Discussion et recommandations sur les caractéristiques des lots à analyser (pool ou lots individuels)

Dans le cadre de la mise en place d'un suivi environnemental à moyen et long terme, il est important d'analyser des échantillons homogènes de manière à pouvoir comparer les résultats d'analyses obtenus entre les différentes campagnes d'échantillonnage.

Après avoir déterminé l'espèce à cibler, il est alors important de constituer des lots de poissons homogènes en âge, afin d'analyser des individus ayant été exposés aussi à la pollution du milieu. En effet, l'âge des individus étant un facteur explicatif majeur du niveau de contamination de l'échantillon, il est important d'en tenir compte lors de l'interprétation des résultats d'analyses.

Dans l'objectif de mettre en relation le niveau de contamination d'un échantillon avec sa durée d'exposition, il est indispensable que chaque échantillon soit constitué d'individus de même âge. Pour cela, il est nécessaire soit de réaliser des analyses individuelles, soit de constituer des échantillons de plusieurs individus de même âge.

En raison du travail de mise en œuvre important (prélèvement des écailles, des opercules pour les percidés, ou des otolithes pour les anguilles et les silures ; nettoyage puis lecture au microscope des anneaux de croissance), la détermination de l'âge des poissons ne peut être réalisée sur le terrain au moment de la pêche. Par conséquent, dans l'objectif de réaliser des pools d'individus de même âge, la solution envisagée serait de prélever des individus de taille homogène. Or, comme le met en évidence la **Figure 3**, pour les barbeaux fluviatiles et les chevesnes prélevés dans le Grand-Large en 2008, il existe une forte variabilité d'âge pour des individus de taille homogène.

Il est toutefois important de noter que la détermination de l'âge des individus est d'une grande fiabilité. En effet, pour les déterminations d'âge réalisées dans le cadre du diagnostic de bassin, 68% des âges sont donnés sans incertitude, et environ 28% d'entre eux avec une possibilité de sous-estimation de 1 an. Moins de 4% des âges déterminés peuvent être sous-estimés de 2 ans maximum.

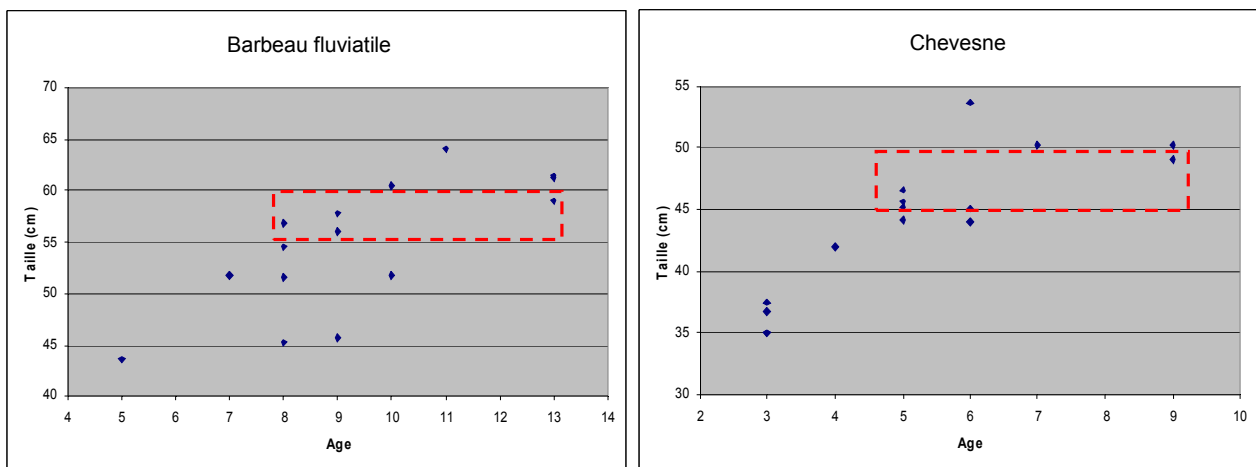


Figure 3 : Relation taille-âge des barbeaux fluviatiles et chevesnes capturés sur le Grand-Large en 2008

Comme le montre la **Figure 3**, la taille des individus est bien corrélée à leur âge, cependant pour une classe de taille donnée (par exemple 55-60 cm pour le Barbeau fluviatile), l'amplitude de l'âge est élevée (de 8 à 13 ans). Il est donc impossible dans un cas comme celui-ci, de constituer sur le terrain des pools d'individus homogènes en âge en se basant sur la taille des individus. Il faut cependant noter que l'analyse des résultats de contamination de trois espèces de cyprinidés sur trois sites du fleuve Rhône permet d'identifier la taille comme l'un des facteurs explicatifs de cette contamination, avec l'alimentation et le niveau d'exposition aux PCB (Lopes *et al*, 2011⁹).

⁹ Lopes, C., Perga, M.E., Peretti, A., Roger, M.-C., Persat, H. and Babut, M., 2011. Is PCBs concentration variability between and within freshwater fish species explained by their contamination pathways ? *Chemosphere* 85, 502-508

Les poissons capturés sur le Grand-Large en 2008 mettent également en évidence une forte variabilité individuelle du niveau de contamination par les PCB pour des individus de même âge. En effet, les barbeaux fluviatiles de 9 ans présentent des concentrations en PCB_i dans leurs chairs comprises entre 312 et 1866 ng/g de poids frais (**Figure 4**). Les chevesnes de 5 ans présentent quant à eux des niveaux de contamination en PCB_i allant de 50 à 541 ng/g de poids frais. Malgré une forte variabilité de contamination pour des individus de même âge, la **Figure 4** permet tout de même de mettre en évidence une augmentation des niveaux de contamination avec l'âge des individus.

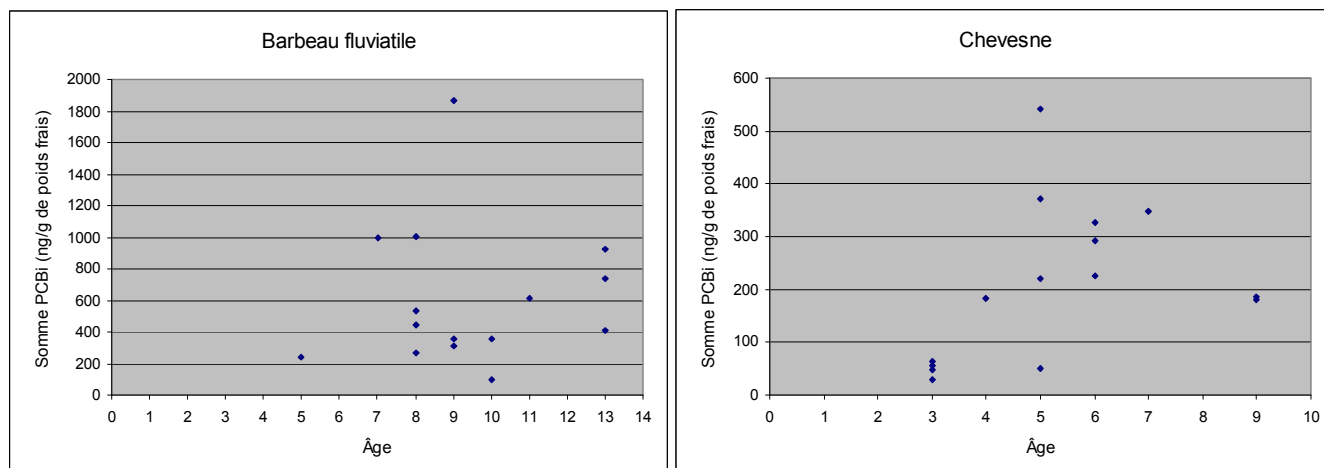


Figure 4 : Relation contamination PCB_i - âge des barbeaux fluviatiles et chevesnes capturés sur le Grand-Large en 2008 dans le cadre de l'étude trophique

Pour tenir compte de la durée d'exposition des individus dans l'interprétation de leur niveau de contamination, il est donc nécessaire de réaliser des **analyses individuelles**.

L'analyse de lots individuels permet en outre d'obtenir une image de la variabilité individuelle pour l'interprétation des résultats d'analyses. A l'inverse, l'analyse de pools ne permet quant à elle d'obtenir qu'une valeur moyenne du niveau de contamination de l'espèce, alors que la moyenne n'est pas le paramètre le plus représentatif étant donnée la forte variabilité individuelle dans les niveaux de contamination.

Etant donné la forte variabilité individuelle, que ce soit pour les caractéristiques morphologiques comme pour les niveaux de contamination en PCB, il est recommandé de réaliser des **analyses individuelles** et non par pool d'individus. La taille des individus analysés doit être le plus homogène possible (au sein d'un échantillonnage, comme entre deux campagnes successives) de manière à limiter la variabilité d'âge entre les individus. Il est **également important de déterminer l'âge de chacun des individus analysés** afin de faciliter l'interprétation des résultats.

C. Discussion et recommandations sur les caractéristiques des individus à analyser

Les individus prélevés doivent être suffisamment âgés pour refléter correctement le niveau de contamination du secteur prospecté. Dans le cadre du diagnostic du bassin Rhône-Méditerranée, l'âge des poissons analysés a été déterminé (**Figure 5**).

La **Figure 5** permet de constater que l'âge des truites communes ne dépasse que très rarement les 5 ans alors que ce sont toujours les plus gros individus capturés qui ont été conservés pour l'analyse. Son âge moyen de capture varie entre 2 et 3 ans comme pour les espèces de carnassiers (Silure, Perche, Sandre et Brochet). Concernant les cyprinidés, l'âge moyen des individus analysés est quant à lui plus élevé (entre 4 et 6 ans) avec des maximales comprises entre 11 et 13 ans.

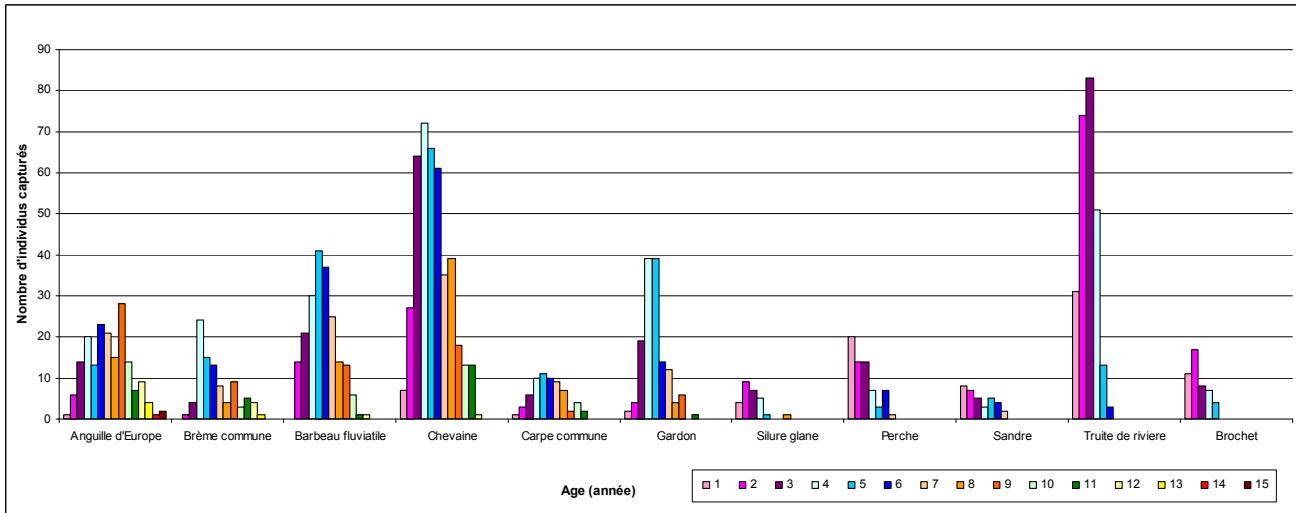


Figure 5 : Distribution de l'âge des individus capturés pour les espèces les plus fréquemment analysées. Classement des espèces réalisé selon un âge maximal de capture croissant

Pour la Truite commune, la maille de capture en vigueur correspond à des individus âgés de 2 ou 3 ans. Cette maille correspond à la taille minimale réglementaire autorisant le pêcheur à conserver le poisson. Elle est censée permettre l'accomplissement de la première reproduction. Par conséquent, lorsque cette espèce est utilisée pour le suivi de la contamination (cours d'eau à régime nival ou de tête de bassin) il est indispensable de tenir compte de la maille réglementaire de capture et de ne conserver que les plus gros sujets afin d'analyser des individus âgés ayant eu le temps d'accumuler les PCB.

Pour ce qui est du Barbeau fluviatile et du Chevesne, étant donné la forte amplitude de l'âge des individus capturés, l'idéal serait de prélever des classes d'âge homogènes de manière à obtenir des résultats comparables d'une campagne d'échantillonnage à l'autre.

Pour les poissons pêchés sur le bassin Rhône-Méditerranée, la distribution des âges est centrée autour de 5 ans pour le Barbeau fluviatile et 4 ans pour le Chevesne (**Figure 6**).

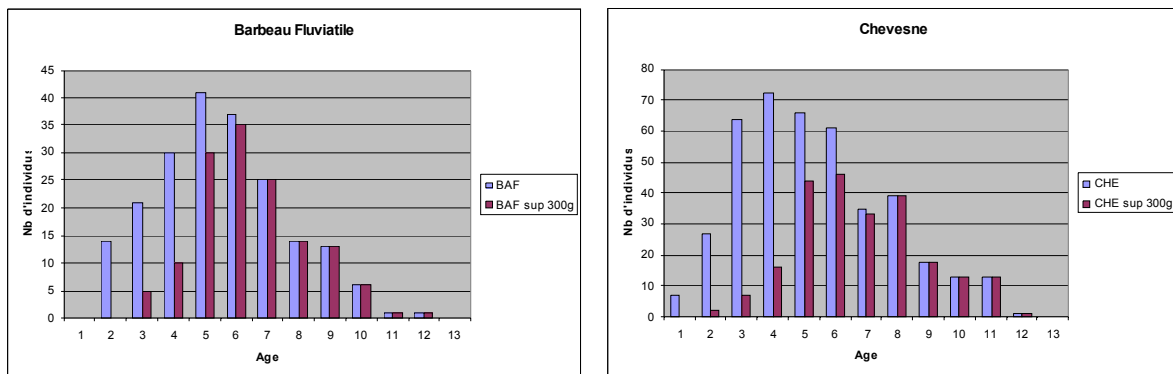


Figure 6 : Distribution de l'âge de l'ensemble des barbeaux fluviatiles et chevesnes de la base de données du bassin Rhône-Méditerranée, ainsi que celle des individus de plus 300 grammes

Les distributions des âges de l'ensemble des individus révèlent que 17% des barbeaux fluviatiles et 23% des chevesnes ont moins de 4 ans. Si l'on ne tient pas compte des sujets de moins de 300 grammes (masse minimale demandée par les laboratoires d'analyses), la distribution est décalée vers la droite, avec 75% des individus dont l'âge est compris entre 5 et 8 ans, le pourcentage des individus de moins de 4 ans étant alors inférieur à 10%.

En conclusion, il est recommandé de réaliser le suivi de la contamination sur des **chevesnes ou barbeaux fluviatiles de plus de 300 grammes**, de manière à analyser une majorité de poissons âgés d'au moins 4 ans qui aient eu le temps d'accumuler les PCB. **Les plus gros individus capturés sur la station ne devront en revanche pas être retenus de manière à ne pas analyser des individus exceptionnellement âgés** (l'objectif étant de pouvoir capturer lors de chaque campagne des individus homogènes en taille).

Pour la **Truite commune**, sachant que cette espèce ne dépasse que très rarement les 5 ans, **les plus gros sujets capturés devront être conservés** pour l'analyse. Pour cette espèce, il sera également nécessaire de tenir compte de la maille réglementaire de capture.

Cas particulier : Pour les **petits cours d'eau** par exemple, cet échantillonnage sera compliqué à réaliser. En effet, il peut être difficile de capturer des individus de plus de 300 grammes en raison de leur faible abondance. Pour ce type de cours d'eau, il sera donc nécessaire d'adapter le protocole, en analysant des pools d'individus d'une **espèce de petite taille** (telles que l'Ablette, le Blageon, le Spirlin, le Goujon...) de manière à analyser tout de même des sujets de plusieurs années. Dans ce cas, **3 lots de 300g minimum** seront constitués, en évitant de retenir les plus petits sujets (inférieurs à 5cm). Aucune information ne sera obtenue sur la variabilité individuelle du niveau de contamination, cependant le niveau de contamination du lot sera représentatif du niveau de contamination de l'espèce dans le milieu.

D. Discussion et recommandations sur le nombre d'échantillons à analyser

1. Echantillonnage de Carassins sur le Grand-Large en 2011

Afin de déterminer le nombre d'analyses minimum nécessaire au suivi de l'évolution de la contamination d'un milieu, 39 carassins argentés ont été capturés en février 2011 sur le Grand-Large.

Le choix de l'espèce pour réaliser ce travail a été déterminé du fait de son abondance sur le plan d'eau. De fait, seuls le Carassin argenté et le Rotengle sont suffisamment abondants sur le Grand-Large pour permettre la capture d'un grand nombre d'individus de taille homogène. Le Carassin argenté a été préféré au Rotengle en raison de sa position dans le milieu (plus benthique que le Rotengle) et de son régime alimentaire (omnivore alors que le Rotengle est plutôt phytophile). Ces deux raisons laissaient penser que le niveau de contamination des carassins serait plus élevé que celui des rotengles (résultats avérés par les analyses réalisées en mai 2011).

Les 39 individus capturés présentent une taille moyenne de 40 centimètres pour un poids moyen de 1270 grammes (**Figure 7**). La plupart des individus capturés sont âgés de 4 et 5 ans (respectivement 16 et 21 individus). Un individu est âgé de 3 ans, un autre de 6 ans (**Figure 8**).

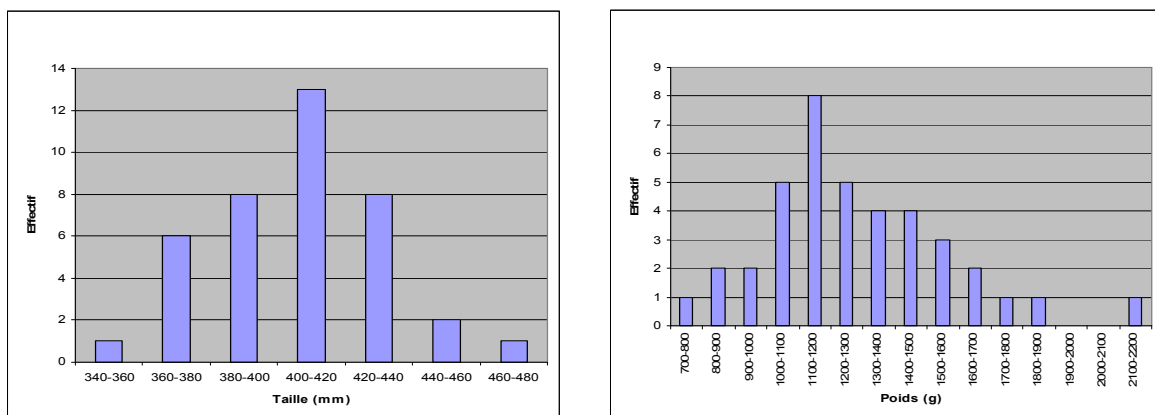


Figure 7 : Distribution des tailles et des poids des 39 carassins capturés sur le Grand-Large en février 2011

Sur les 39 carassins argentés analysés, un seul dépasse le seuil sanitaire de 8 pg/g de poids frais (**Figure 8**). La TEQ-totale présente une forte variabilité pour les individus de même âge (comprise entre 0,6 et 6,1 pg/g de poids frais pour les carassins de 4 ans et entre 0,7 et 11,2 pour ceux de 5 ans). Les valeurs de TEQ-totale mesurées ne présentent cependant pas de différence significative entre les individus de 4 ans et ceux de 5 ans (Test de Wilcoxon - Mann Whitney : $Q_{obs}=150$; $p=0,592$).

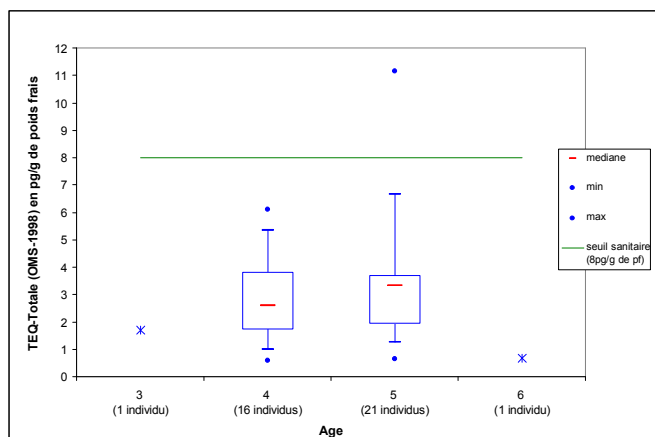


Figure 8 : Distribution de la TEQ-totale des carassins argentés capturés sur le Grand-Large en 2011

2. Détermination du nombre optimal d'échantillons à analyser

Les résultats d'analyses obtenus sur les 39 carassins argentés pêchés dans le Grand-Large en février 2011 ont été utilisés afin de déterminer le nombre d'analyses « optimal » qui permettrait de constituer un échantillon représentatif de la population, c'est à dire un échantillon dont la distribution de la contamination des individus reflète celle de la population. L'obtention d'échantillons représentatifs de la population est indispensable pour que les résultats d'analyses soient comparables d'une campagne de prélèvement à l'autre.

Le travail réalisé par Mathieu A. et Babut M., (2012)¹⁰ sur les résultats d'analyses des Carassins du Grand-Large a consisté à comparer la distribution de la somme des 7 PCB indicateurs, entre l'échantillon total et des échantillons de taille inférieure (générés aléatoirement parmi les 39 résultats obtenus). Pour faciliter la compréhension, l'échantillon comprenant les 39 carassins sera désigné par « échantillon total » et les échantillons de 3, 4, 5... individus, générés aléatoirement, seront qualifiés de « sous-échantillons ».

Les auteurs ont étudié la distribution du niveau de contamination des individus (exprimé par la somme des 7 PCB indicateurs) autour d'une valeur seuil fixée. Concernant le choix du seuil, il n'a pas été possible de prendre en compte la valeur du seuil sanitaire (8 pg/g TEQ-totale poids frais, soit de l'ordre de 154 ng/g 7PCBi selon Babut *et al.*, 2009¹¹) car le jeu de données initial ne comporte que deux carassins dont la somme des PCBi est supérieure à 154 ng de PCBi/g de poids frais. Les auteurs ont donc décidé de considérer un seuil fictif correspondant à la valeur médiane de la somme des 7 PCBi de l'échantillon total (soit 42960 pg/g pf). Pour chaque taille d'échantillon (3 à 35 individus), 10000 sous-échantillons ont été générés aléatoirement. A chaque série de tirages aléatoires (correspondant à une taille de sous-échantillonnage), le pourcentage d'individus dépassant le seuil fictif a été calculé pour chacun des 10000 sous-échantillons (**Figure 9**).

¹⁰ Mathieu, A. and Babut, M., 2012. Cotamination des poissons d'eau douce par des contaminants persistants : polychlorobiphényles (PCB), dioxines, furanes, mercure. Etude des relations biote-sédiment pour les PCB. ONEMA ; IRSTEA, Vincennes, 41p

¹¹ Babut, M., Miege, C., Villeneuve, B., Abarnou, A., Duchemin, J., Marchand, P. and Narbonne, J.F., 2009. Correlations between dioxin-like and indicators PCBs: potential consequences for environmental studies involving fish or sediment. Environmental Pollution 157, 3451-3456

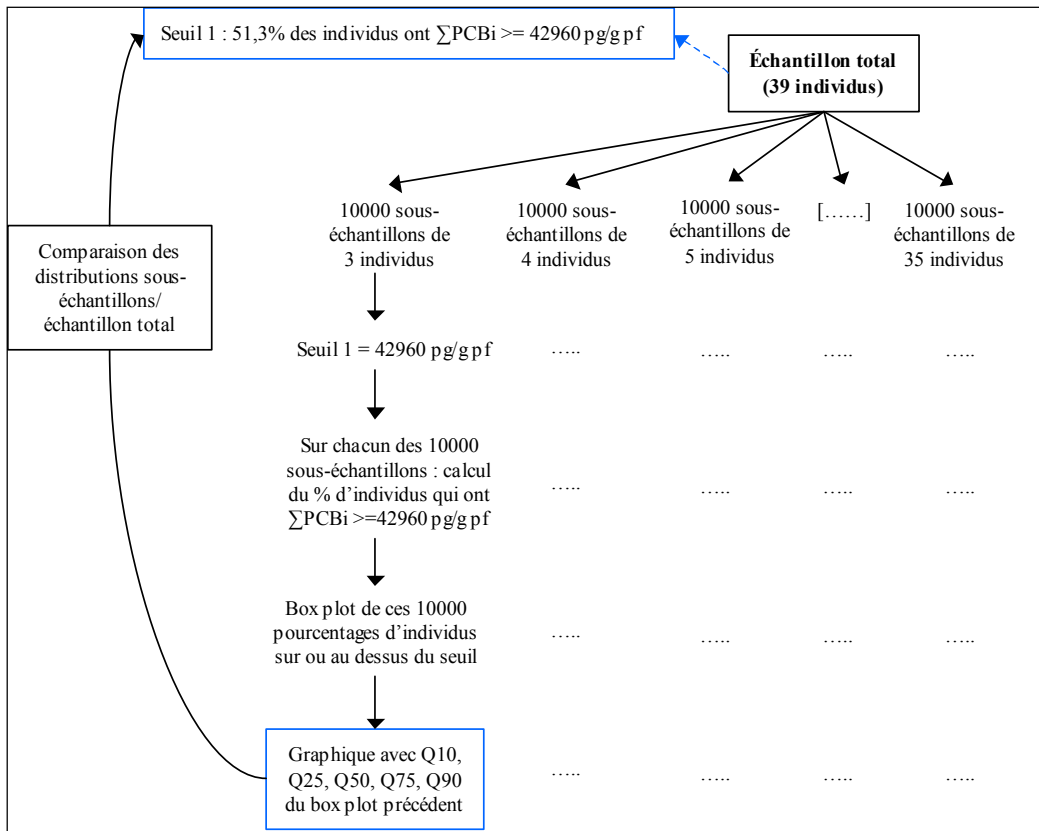


Figure 9 : Méthodologie pour déterminer le nombre optimal d'individus à échantillonner. Comparaison des distributions des sommes de 7PCBi, autour du seuil fixé, entre l'échantillon total et les sous-échantillons de taille inférieure (Exemple avec le seuil de 42960 pg de PCBi par gramme de poids frais)

La représentativité d'un échantillon de taille n , est mise en évidence par la distribution de ces pourcentages. Cette distribution aurait pu être présentée sous forme de boîtes à moustaches. Cependant, afin de représenter graphiquement l'ensemble des boîtes à moustaches générées (une boîte par taille d'échantillon générés), seuls les quartiles Q10, Q25, Q50, Q75 et Q90 des sous-échantillons seront représentés. Ces valeurs de quartile permettent ainsi une comparaison de la distribution des valeurs de contamination des individus des sous-échantillons à celle des individus de l'échantillon total.

Les quartiles obtenus pour chacune des tailles de sous-échantillons sont présentés en **Figure 10**. L'ensemble des données relatives à chaque percentile a pu être ajusté selon une courbe logarithmique. Les coefficients de corrélation sont ainsi plus importants que si un ajustement linéaire avait été réalisé.

Si l'on considère la droite verticale à $n=5$ individus, il faut comprendre le graphique de la façon suivante : sur les 10000 sous-échantillons de 5 individus générés aléatoirement :

- 50% (entre Q25 et Q75) des sous-échantillons possèdent de 35% à 65% de leurs individus dont la somme des 7PCBi est supérieure ou égale au seuil de $\sum 7PCBi = 42960 \text{ pg/g pf}$.
- 15% possèdent entre 65% et 81% de leurs individus dont la somme des 7PCBi est supérieure ou égale au seuil (respectivement Q75 et Q90). L'échantillon total contenant 51% d'individus supérieurs au seuil, tous ces sous-échantillons surestiment plus ou moins le nombre d'individus dont la somme des PCBi est supérieure ou égale au seuil.
- 15% des sous-échantillons ont entre 22% et 35% de leurs individus dont la somme des 7PCBi est supérieure ou égale au seuil. Ces sous-échantillons sous-estiment quant à eux plus ou moins le dépassement du seuil.

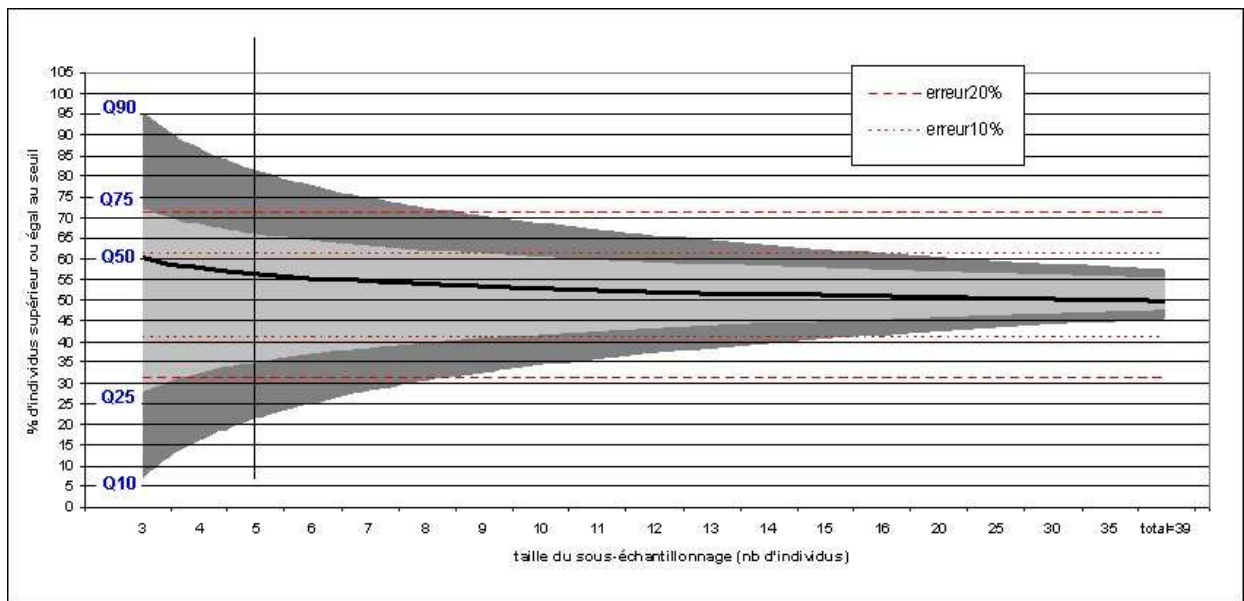


Figure 10 : Représentation de Q10, Q25, Q50, Q75 et Q90 des pourcentages d'individus supérieurs ou égaux au seuil fictif de $\Sigma PCBi = 42960 \text{ pg/g pf}$, en fonction de la taille de sous-échantillonnage. Les lignes pointillées représentent le pourcentage d'erreur sur l'estimation du nombre d'individus supérieurs au seuil

Afin de déterminer la taille optimale du sous-échantillonnage, la méthode proposée ici nécessite au préalable de fixer deux conditions :

- le taux d'erreur acceptable : c'est à dire le pourcentage de sous estimations et de sur estimations que l'on s'octroie (51% des individus de l'échantillon total ont une somme de PCBi supérieure ou égale à la valeur médiane, le taux d'erreur acceptable est donc l'écart maximal autorisé par rapport à ces 51%).

- la probabilité de ne pas dépasser ce taux d'erreur acceptable (Pour quelle proportion de prélèvements accepte-t-on d'avoir un taux d'erreur sur le nombre d'individus non conformes supérieur au taux d'erreur défini précédemment comme acceptable ?).

Les deux conditions précédentes mèneront à conclure que « la taille de l'échantillon sera jugée optimale lorsque pour X% des échantillons générés aléatoirement, l'erreur sur le pourcentage d'individus non conformes ne dépassera pas Y% ».

Dans ce cas, pour une probabilité $X=80\%$ et le taux d'erreur $Y=20\%$, la taille d'échantillonnage que l'on considère comme optimale est de 9 individus. En effet, ce n'est qu'à partir de 9 individus que Q10 et Q90 passent en dessous des 20% d'erreur d'estimation du dépassement du seuil. On a alors 80% de chance de prédire, avec moins de 20% d'erreur, le pourcentage d'individus qui dépassent le seuil. A cette même taille d'échantillon, on a 50% de chance de faire moins de 10% d'erreur (Q25 et Q75 passe en dessous des 10% d'erreur par rapport à l'échantillon total) sur le pourcentage d'individus dépassant la valeur médiane du niveau de contamination de la population.

Si l'on poursuit ce raisonnement, ce n'est qu'à partir de 15 individus que tous les quartiles sont inférieurs à la limite de 10% d'erreur. Il faut donc prélever au moins 15 individus pour avoir 80% de chance de faire moins de 10% d'erreur sur le pourcentage d'individus dont le niveau de contamination est supérieur à la valeur médiane de la population.

Toutefois, il ne faut pas oublier que la finalité de ce suivi est (par l'intermédiaire de la valeur médiane du niveau de contamination observé dans le sous-échantillon) :

- de réaliser un échantillonnage qui permette une mise en évidence de l'évolution du niveau de contamination des populations piscicoles
- de déterminer la conformité d'une espèce sur un site donné.

Dans le cas des carassins du Grand-Large, pour un échantillon de 15 individus, dans 80% des cas : le nombre d'individus supérieurs à la valeur médiane de la population sera compris entre 6 et 9 (pour, en théorie : 7,5 individus) et dans presque 50% des cas : un nombre d'individus supérieurs à la valeur médiane de la population compris entre 7 et 8.

Cette taille d'échantillons (égale à 15) permet d'obtenir une représentation relativement fiable du niveau de contamination de l'espèce analysée. L'échantillonnage permettra alors d'obtenir des résultats comparables entre deux campagnes d'échantillonnage et ainsi de mettre en évidence une évolution de la contamination des populations piscicoles de la station.

Il est évident que plus le nombre d'individus capturés sera important et plus l'échantillon sera représentatif de la population, toutefois la taille de l'échantillon constituera un compromis à établir entre l'effort de pêche (lié à la réalité du terrain et la difficulté sur certaines stations à capturer un nombre important d'individus d'une même espèce et de taille homogène), la représentativité de l'échantillon et le coût du suivi (prélèvement + analyses). Néanmoins le critère à ne pas négliger est la représentativité de l'échantillon sans quoi, il sera impossible de déterminer des tendances dans l'évolution de la pollution PCB à moyen et long terme.

Selon les critères fixés précédemment, la **taille optimale** de l'échantillonnage permettant d'obtenir un échantillon représentatif de la population **est de 15 individus**. Toutefois, pour de nombreux secteurs, il sera difficile de capturer 15 individus d'une même espèce et de taille homogène. Pour cette raison, la taille de l'échantillon devra être réduite, sans toutefois **être inférieure à 9 individus**.

Dans le cadre d'un suivi de la contamination PCB, il est recommandé d'analyser **10 individus homogènes en taille (de 300 grammes minimum)** de manière à obtenir une image représentative du niveau de contamination de l'espèce analysée (et de sa catégorie : faiblement ou fortement bioaccumulatrice). Ainsi la variabilité des résultats obtenus sera représentative de celle de la population. Ce nombre d'analyses représente un bon compromis entre représentativité de l'échantillon, effort de pêche et coût du suivi.

Pour les petits cours d'eau pour lesquels des **lots d'espèces de petite taille** devront être constitués, il est donc nécessaire de réaliser des lots de **10 individus minimum** (homogènes en taille).

E. Discussion et recommandations sur les congénères de PCB à analyser

Dans le cadre d'un suivi de l'évolution de la contamination d'un secteur donné, il ne semble pas indispensable de réaliser le suivi de l'ensemble des dioxines, furanes et congénères de PCB nécessaires à la détermination de la TEQ-totale.

D'un point de vue environnemental, le suivi pourrait être réalisé uniquement sur quelques congénères comme par exemple les PCB indicateurs. En effet, dans la grande majorité des cas, la somme des concentrations des PCB indicateurs est corrélée à la TEQ-totale (Babut *et al.*¹², AFSSA 2009¹³).

L'avantage serait de réaliser un suivi à un coût limité. Sur le plan sanitaire, il est en revanche indispensable de mesurer les concentrations en dioxines, furanes, PCB dioxine-like (PCBdl) et PCB non dioxine-like (PCBndl) pour lesquels des normes sanitaires sont fixées pour les poissons destinés à la consommation humaine.

En effet, le règlement européen 1259/2011 du 02 décembre 2011, applicable au 1^{er} janvier 2012 :

- impose de désormais utiliser les Facteurs d'Equivalence Toxique adoptés par l'OMS en 2005 pour calculer la valeur de la TEQ-totale (OMS-2005)
- modifie les seuils sanitaires pour la TEQ dioxines/furanes et la TEQ-totale
- fixe des seuils sanitaires pour la somme des 6 PCB non dioxine-like (PCB28, PCB52, PCB101, PCB138, PCB153 et PCB180), qui correspondent aux PCB indicateurs sans le PCB118 qui est également un PCBdl.

¹² Babut, M., Miege, C., Villeneuve, B., Abarnou, A., Duchemin, J., Marchand, P. and Narbonne, J.F., 2009. Correlations between dioxin-like and indicators PCBs: potential consequences for environmental studies involving fish or sediment. *Environmental Pollution* 157, 3451-3456

¹³ Saisine n°2009-SA-0241. AFSSA, 2009. Avis de l'Agence Française de sécurité sanitaire des aliments relatif à la détermination de valeurs seuil en PCB-NDL comme outil d'appréciation du risque de contamination des poissons d'eau douce et de mer. AFSSA, Maisons-Alfort, 18p

Une analyse a donc été réalisée sur les 4172 résultats bancarisés dans la base de bassin au 1^{er} janvier 2012. Pour chacun d'eux ont été établies leur conformité sanitaire vis à vis de chacun de ces trois seuils (PCB non dioxine-like (PCBndl) ; TEQ-Dioxines/Furanes/OMS-2005 et TEQ-totale/OMS-2005). L'objectif de ce travail étant de vérifier si les échantillons présentent des conformités identiques selon ces trois paramètres, auquel cas, un suivi des PCB indicateurs pourrait s'avérer intéressant et suffisant pour une première image de la conformité des poissons capturés.

Les résultats révèlent que seulement 41 de ces échantillons présentent une non-conformité par rapport au seuil TEQ-Dioxines/Furanes(OMS-2005), et que ces 41 échantillons présentent également une non conformité vis à vis de la TEQ-totale (OMS-2005). Pour cette raison, seules les conformités TEQ-totale et PCBndl seront comparées. Ceci met également en évidence que dans le cadre d'une première approche, l'analyse des dioxines et des furanes n'est pas indispensable.

Les résultats sont présentés dans le **Tableau VII**. Les résultats sur Anguille sont séparés des autres espèces, en raison de seuils sanitaires spécifiques à cette espèce.

	Nombre d'analyses	Conformité selon Somme 6 PCBndl		Conformité selon Total-TEQ (OMS 2005)		% (Conformité TEQ-Totale / Conformité 6PCBndl)
Poissons (hors Anguille)	3847	2887	Conformes	2804	Conformes	97,1
			Non conformes	83	Non conformes	2,9
		960	Conformes	314	Conformes	32,7
			Non conformes	646	Non conformes	67,3
Anguilles	325	189	Conformes	180	Conformes	95,2
			Non conformes	9	Non conformes	4,8
		136	Conformes	23	Conformes	16,9
			Non conformes	113	Non conformes	83,1

Tableau VII : Conformité des échantillons selon la somme des 6PCBndl et la TEQ-totale (OMS-2005).

Le tableau ci-dessus met en évidence que les échantillons non conformes vis à vis des PCBndl sont majoritairement non conformes par rapport à la TEQ-totale (83% pour les anguilles et 67% pour les autres espèces).

Pour les anguilles comme pour toutes les autres espèces, plus de 95% des échantillons conformes vis à vis des PCBndl sont également conformes par rapport à la TEQ-totale.

Le suivi des PCBndl poserait problème en terme d'interprétation sanitaire, uniquement pour les échantillons conformes vis à vis du seuil en PCBndl mais non conformes vis à vis de la TEQ-totale. Or sur l'ensemble des 4172 résultats en base, ce n'est le cas que pour 9 des échantillons d'Anguille et 83 des échantillons des autres espèces, soit un total de 92 échantillons (=2,2% des échantillons). Sachant que pour 2 des 9 anguilles et 27 des 83 autres échantillons : la borne haute de l'intervalle de confiance de la concentration mesurée par le laboratoire d'analyse (incertitude de +/- 15% sur la mesure) est supérieure au seuil sanitaire. La conformité sanitaire des échantillons peut donc être correctement établie pour 98% des échantillons, à partir de la somme des 6 PCBndl.

Le **suivi des concentrations en PCB indicateurs (PCBndl)** dans les poissons permet donc non seulement de mettre en évidence une évolution de la contamination PCB pour un secteur donné, mais également d'établir (avec grande précision) la conformité sanitaire des échantillons.

En cas de non conformité des échantillons, sur le plan sanitaire, aucune investigation supplémentaire n'est nécessaire. En revanche, en cas de conformité des échantillons vis à vis du seuil PCBndl et en vue de lever une interdiction de consommation, il sera alors **nécessaire de réaliser l'analyse de la TEQ-totale** de ces mêmes échantillons. Cette analyse permettra de s'assurer de la conformité sanitaire des échantillons.

F. Discussion et recommandations sur la fréquence du suivi

Dans l'objectif de mettre en évidence une éventuelle évolution du niveau de contamination, le temps minimal nécessaire entre deux campagnes d'échantillonnage devra permettre un renouvellement des classes d'âges ciblées. Pour le Barbeau fluviatile comme pour le Chevesne, la sélection des individus de plus de 300g permet d'obtenir 75% des sujets âgés de 5 à 8 ans.

Afin de laisser le temps au renouvellement complet de la classe d'âge majoritairement échantillonnée (5-8ans), **une période de 4 ans est nécessaire** entre deux campagnes de prélèvement.

Cette période de 4 ans est également recommandée pour la Truite commune puisque les âges de captures sont essentiellement compris entre 2 et 5 ans.

Afin de vérifier la pertinence de cette période de quatre ans, une comparaison des niveaux de contamination en PCB indicateurs a été réalisée pour quatre espèces de grands cyprinidés (Barbeau fluviatile, Chevesne, Brème commune et Brème bordelière) pêchées dans le Grand-Large en octobre/novembre 2008 par le Cemagref dans le cadre de l'étude trophique et en mai 2011 par la DREAL Rhône-Alpes dans le cadre de la présente étude. Pour chaque espèce, 15 individus ont été analysés à chacune des deux périodes (sauf pour les chevesnes de 2011 : seulement 13 individus ont été capturés). Les comparaisons de résultats (réalisées à l'aide du test non paramétrique de Wilcoxon) sont présentés dans le **Tableau VIII**.

Comparaison des résultats d'analyses Grand Large : 2008-2011 (Test de Wilcoxon)					
Barbeau fluviatile	Pas de différence de poids (p = 0,5897)	Pas de différence de taille (p = 0,8195)	Individus plus âgés en 2008 (p = 4,64.10 ⁻⁵)	Individus plus gras en 2008 (p = 0,0145)	Pas de différence de contamination (p = 0,3892)
Chevesne	Individus plus gros en 2011 (p = 0,0013)	Individus plus grand en 2011 (p = 0,0017)	Pas de différence d'âge (p = 0,1666)	Individus plus gras en 2011 (p = 3,6376.10 ⁻⁵)	Pas de différence de contamination (p = 0,3389)
Brème commune	Individus plus gros en 2011 (p = 4,4044.10 ⁻⁵)	Individus plus grand en 2011 (p = 0,0008)	Pas de différence d'âge (p = 0,9167)	Légèrement plus gras en 2011 (p = 0,0591)	Pas de différence de contamination (p = 0,2169)
Brème bordelière	Individus plus gros en 2011 (p = 5,536.10 ⁻⁶)	Individus plus grand en 2011 (p = 4,063.10 ⁻⁶)	Pas de différence d'âge (p = 0,3039)	Individus plus gras en 2008 (p = 0,0295)	Pas de différence de contamination (p = 1)

Tableau VIII : Comparaison des résultats d'analyses PCB ainsi que des caractéristiques des poissons capturés dans le Grand-Large à l'automne 2008 et au printemps 2011.

Les comparaisons de résultats présentées dans le **Tableau VIII** ne mettent pas en évidence de différence significative du niveau moyen de contamination de chacune des espèces entre l'automne 2008 et le printemps 2011. Cependant, les résultats montrent également que :

- les barbeaux capturés en 2008 étaient plus âgés (moyenne égale 9,4 ans) que ceux capturés en 2011 (moyenne égale à 6 ans). Cependant les individus ne présentent pas de différence significative de taille ou de poids.
- les chevesnes, malgré des individus plus gros, plus grands et plus gras en 2011, ne présentent pas de différence significative de contamination entre les deux périodes.
- les brèmes (commune et bordelière) analysées en 2011 sont (à âge identique) plus grosses et plus grandes qu'en 2008, sans pour autant présenter de différence de niveau de contamination en PCB.

Les poissons capturés en 2008 et 2011, présentant des âges identiques (mis à part pour les barbeaux) ne semblent pas mettre en évidence à deux ans et demi d'intervalle, une évolution du niveau de contamination du secteur étudié. Cependant des résultats d'analyses sont en cours, sur des carassins capturés en novembre 2011 sur le Grand-Large afin de vérifier si la saison de capture pourrait avoir une influence sur le niveau de contamination observé. Les résultats seront disponibles au premier trimestre 2012.

IV. Conclusion sur les recommandations pour la mise en place d'un suivi de la pollution PCB

L'analyse des données PCB à ce jour recueillies sur poissons a permis d'aboutir aux recommandations suivantes pour la mise en place d'un suivi de la pollution PCB :

- Le **Chevesne** (en cas d'interdiction totale de consommation), le **Barbeau fluviatile** (sinon la Brème commune ou bordelière, voire : le Silure, en cas d'interdiction partielle de consommation portant sur les espèces fortement bioaccumulatrices) et la **Truite fario** (pour les têtes de bassin-versant) sont les trois espèces à cibler prioritairement. En cas d'absence ou de faible abondance de ces espèces, une autre devra être retenue (de préférence Gardon, Hotu ou Carassin pour les secteurs en interdiction totale). Celle-ci devra être abondante sur la station et bien établie de manière à pouvoir être capturée lors de chaque campagne d'échantillonnage. Il est cependant important de réaliser l'effort de pêche nécessaire à la capture de barbeaux et chevesnes (voire truite fario) avant de choisir tout autre espèce pour réaliser le suivi de la pollution.

- Etant donnée la forte variabilité individuelle des caractéristiques morphologiques des individus ainsi que de leurs niveaux de contamination, il est nécessaire de réaliser des **analyses individuelles** et non par pool. Pour chaque individu analysé, **l'âge doit être déterminé**.

- Pour les **chevesnes et barbeaux fluviatiles**, les analyses doivent porter sur des individus de **300 grammes minimum** de manière à avoir des individus d'au moins 4 ans. Les plus gros individus « atypiques » capturés sur la station ne seront pas retenus de manière à ne pas analyser des individus trop âgés. Pour les **truites communes** en revanche, l'âge ne dépassant que très rarement les 5 ans, **les plus gros sujets devront être retenus pour l'analyse**, sans oublier de tenir compte de la maille réglementaire de capture.

Exceptionnellement : pour les cours d'eau n'abritant que très peu de sujets supérieurs à 300 grammes, le suivi pourra être réalisé sur des lots de poissons d'une espèce de petite taille (Ablette, Blageon, Spirin, Goujon, Vairon, Poisson-Chat). Dans ce cas, 3 lots de 300g minimum seront constitués, chacun d'eux devant être composé d'un minimum de 10 individus (dans l'idéal : plus de 15 individus), en évitant de retenir les plus petits sujets (de taille inférieure à 5cm).

- Pour chaque prélèvement, **10 individus de taille homogène** doivent être analysés afin d'obtenir un échantillonnage représentatif de la contamination PCB de la population.

- **L'analyse des PCB indicateurs** est suffisante pour mettre en évidence l'évolution de la contamination PCB d'un secteur d'étude, mais également pour juger efficacement de la conformité sanitaire des individus prélevés (via les PCBndI). En cas de non conformité des échantillons, sur le plan sanitaire, aucune investigation supplémentaire n'est nécessaire. En revanche, en cas de conformité des échantillons vis à vis du seuil PCBndI et en vue de lever une interdiction de consommation, il sera alors **nécessaire de réaliser l'analyse de la TEQ-totale** de ces mêmes échantillons. Cette analyse permettra alors de confirmer la conformité sanitaire des échantillons.

- Une **fréquence de suivi de 4 ans** semble être pertinente puisque cette fréquence permet un renouvellement des classes d'âge majoritairement capturées (que ce soit pour les truites comme pour les cyprinidés). Pour une station de suivi donnée, toutes les **campagnes successives d'échantillonnage** doivent être réalisées à la **même période de l'année** de façon à s'affranchir d'une éventuelle variabilité saisonnière attribuable à des modifications du comportement alimentaire ou à la période du cycle de reproduction de l'espèce.

L'espèce retenue lors de la première campagne d'échantillonnage devra être échantillonnée lors de toutes les campagnes de prélèvement suivantes. De la même manière, la taille des individus capturés devra être homogène entre chaque campagne d'échantillonnage. En effet, **seules des comparaisons de concentrations dans des poissons d'une même espèce et de taille homogène permettront de déterminer une tendance dans l'évolution de la pollution**. Il est ainsi indispensable de réaliser l'effort de pêche nécessaire à la capture d'individus homogènes entre les différentes campagnes d'échantillonnage (pour certaines stations plusieurs jours de pêche pourraient alors être nécessaire).

Ces recommandations permettent de définir un protocole de suivi de l'évolution de la contamination des secteurs pollués par les PCB, sans oublier de tenir compte de l'aspect sanitaire afin de pouvoir faire évoluer le cas échéant les interdictions de consommation de poissons en vigueur.

V. Proposition d'un protocole de suivi des secteurs pollués par les PCB

Le diagnostic de la contamination PCB des poissons de rivière, réalisé jusqu'en 2011 a conduit à l'identification de secteurs pollués dont les poissons présentent des concentrations dans leurs chairs supérieures aux seuils sanitaires. Ce diagnostic a été suivi de la mise en place d'interdictions de consommation, soit de l'ensemble des espèces piscicoles, soit uniquement des espèces classées par l'AFSSA comme fortement bioaccumulatrices en PCB. Dans quelques cas, ces interdictions ne concernent qu'une seule, voire deux espèces.

A l'occasion du second programme d'actions PCB, il est apparu indispensable de mettre en place pour ces secteurs, un suivi de l'évolution de la contamination des poissons. Ainsi, le protocole proposé doit être adapté à chacun des secteurs prospectés en tenant compte des espèces interdites à la consommation.

A. Secteur soumis à une interdiction partielle de consommation de poisson (espèces fortement bioaccumulatrices)

Choix de l'espèce : Dans le cas d'une interdiction partielle portant sur les espèces fortement bioaccumulatrices (Barbeau fluviatile, Brème bordelière, Brème commune, Carpe commune, Silure et Anguille), le suivi de la pollution PCB est réalisé à partir du **Barbeau fluviatile** ou à défaut de l'une des deux espèces de brème (commune ou bordelière). Dans le cas où l'une de ces trois espèces ne serait pas suffisamment abondante sur la station pour s'assurer de capturer au moins 10 individus de plus de 300 grammes, la Carpe commune ou le Silure pourraient être retenus pour réaliser le suivi de la contamination. L'Anguille n'est quant à elle pas l'espèce la plus représentative du secteur d'étude, ni du niveau de contamination des autres espèces fortement bioaccumulatrices, c'est pourquoi il est préférable de ne pas la retenir pour réaliser le suivi (sauf pour les secteurs où elle est la seule espèce interdite à la consommation). L'espèce retenue lors de la première campagne d'échantillonnage devra être échantillonnée lors de toutes les campagnes de prélèvement suivantes. Il est important de réaliser l'effort de pêche nécessaire à la capture de barbeaux fluviatiles (sinon brèmes) avant de choisir tout autre espèce pour réaliser le suivi de la pollution.

Echantillonnage : Tous les 4 ans, il consiste à **prélever 10 individus** (Barbeaux fluviatiles par exemple) de taille homogène représentant chacun d'eux plus de 300 grammes. Les plus gros individus capturés sur la station ne sont pas retenus de manière à éviter les individus exceptionnellement âgés. A partir de la deuxième campagne de prélèvement, la taille des individus analysés devra être homogène avec celle de la campagne initiale.

Analyses : Pour chaque individu est déterminé :

- son **âge**,
- son **sexe**,
- son **pourcentage de matière grasse**,
- les **concentrations en PCB indicateurs** dans ses filets.

A partir de ces résultats, il sera alors possible d'établir la conformité sanitaire de l'espèce (et donc de la catégorie des espèces fortement bioaccumulatrices) vis à vis du seuil en PCBndI (fixé à 125ng/g de poids frais pour l'ensemble des espèces sauf pour l'Anguille pour laquelle ce seuil est de 300ng/g de poids frais ; règlement européen 1259/2011). Selon l'avis ANSES du 22 février 2011¹⁴, « une espèce (ou catégorie d'espèce) sera considérée comme étant non conforme si l'estimation de la borne haute de l'intervalle de confiance des concentrations à 95% est supérieure à la limite réglementaire et si au moins un dépassement est observé dans les données».

¹⁴ Saisine n°2010-SA-0203 Avis ANSES relatif à l'interprétation sanitaire des résultats d'analyse en dioxines et PCB de type dioxine et mercure des poissons pêchés dans les cours d'eau du bassin Rhône-Méditerranée dans le cadre du plan national d'actions sur les PCB

- Dans le cas où l'espèce s'avérerait être conforme vis à vis des PCBndI, des analyses complémentaires (de l'ensemble des PCB, dioxines et furanes entrant dans le calcul de la TEQ-Totale) seront réalisées sur ces mêmes individus. Ces analyses permettront alors de confirmer ou non la conformité sanitaire des échantillons. Si cette conformité est confirmée (TEQ-totale OMS-2005 < 6,5pg/g de poids frais ou < 10pg/g de poids frais pour les anguilles), il sera alors possible de lever l'interdiction de consommation pour les espèces fortement bioaccumulatrices en PCB. Une nouvelle campagne d'échantillonnage sera tout de même à prévoir 4 ans plus tard de manière à s'assurer que le niveau de pollution du secteur échantillonné n'est pas augmenté.

- Dans le cas où l'espèce s'avérerait être non conforme vis à vis du seuil sanitaire en PCBndI, l'interdiction partielle de consommation de poissons serait maintenue et une nouvelle campagne d'échantillonnage sera à prévoir 4 ans plus tard.

B. Secteur soumis à une interdiction totale de consommation de poisson

Choix des espèces : Dans le cas d'une interdiction totale portant sur l'ensemble des espèces (faiblement et fortement bioaccumulatrices), le suivi environnemental de la pollution PCB pourrait également être réalisé à partir d'une seule espèce. Cependant à des fins sanitaires, les **deux catégories d'espèces** doivent être analysées pour, à terme, pouvoir lever les interdictions de consommation en vigueur. Pour limiter le coût du suivi, il n'est cependant pas nécessaire de réaliser les analyses simultanément sur les deux catégories d'espèces. En effet, tant que les espèces faiblement bioaccumulatrices ne seront pas sanitaires conformes, il peut être considéré que les espèces fortement bioaccumulatrices ne le seront pas non plus.

Le **Chevesne** sinon la **Truite fario** pour les têtes de bassin-versant sont à cibler pour caractériser le niveau de contamination des espèces faiblement bioaccumulatrices. Dans le cas où l'une de ces deux espèces ne serait pas suffisamment abondante sur la station pour s'assurer de capturer au moins 10 individus de plus de 300 grammes lors de chaque campagne d'échantillonnage, il est nécessaire de retenir une des espèces faiblement bioaccumulatrices les plus abondantes de la station (en priorité Gardon, Hotu ou Carassin, éventuellement avec **l'espèce ayant conduit à l'interdiction totale de consommation de poisson sur la station**).

Le **Barbeau fluviatile** sera quant à lui retenu pour caractériser le niveau de contamination des espèces fortement bioaccumulatrices (en cas d'absence choisir parmi les espèces fortement bioaccumulatrices : Brème bordelière, Brème commune, Carpe commune ou Silure).

Le suivi de l'évolution de la contamination PCB est dans un premier temps réalisé à partir de l'espèce faiblement bioaccumulatrice retenue. Une fois que cette espèce, et par conséquent l'ensemble des espèces faiblement bioaccumulatrices, seront considérées comme sanitaires conformes, le suivi devra continuer avec l'analyse de l'espèce fortement bioaccumulatrice retenue.

Les espèces retenues pour la première campagne d'échantillonnage devront également être échantillonnées lors des campagnes de prélèvement suivantes. Il est important de réaliser l'effort de pêche nécessaire à la capture de barbeaux fluviatiles (sinon brèmes) et chevesne (ou truite fario) avant de choisir tout autre espèce pour réaliser le suivi de la pollution.

Echantillonnage : Tous les 4 ans, il consiste à **prélever 10 individus d'une espèce faiblement bioaccumulatrice** (Chevesne par exemple) **et 10 individus d'une espèce fortement bioaccumulatrice** (Barbeau fluviatile par exemple). Pour chaque espèce, la taille des individus doit être homogène et chacun d'eux doit représenter plus de 300 grammes. Pour chaque espèce, les plus gros individus capturés ne sont pas retenus (excepté pour les truites) de manière à éviter les individus exceptionnellement âgés. A partir de la deuxième campagne de prélèvement, la taille des individus analysés devra être homogène avec celle de la campagne initiale.

Analyses : Lors de la première campagne d'échantillonnage (point initial du suivi), dans un premier temps **seuls les 10 individus de l'espèce faiblement bioaccumulatrice sont analysés**. Les 10 individus de l'espèce fortement bioaccumulatrice sont congelés.

Pour chaque individu est déterminé :

- son **âge**,
- son **sexe**,
- son **pourcentage de matière grasse**,
- les **concentrations en PCB indicateurs** dans ses filets

A partir de ces premiers résultats, il est possible d'établir la **conformité sanitaire de l'espèce** (et donc de la catégorie des espèces faiblement bioaccumulatrices) **vis à vis du seuil en**

PCBndI (fixé à 125ng/g de poids frais pour l'ensemble des espèces; règlement européen 1259/2011). Selon l'avis ANSES du 22 février 2011¹⁵, « une espèce (ou catégorie d'espèce) sera considérée comme étant non conforme si l'estimation de la borne haute de l'intervalle de confiance des concentrations à 95% est supérieure à la limite réglementaire et si au moins un dépassement est observé dans les données».

- Dans le cas où l'espèce s'avérerait être conforme vis à vis du seuil sanitaire en PCBndI, des **analyses complémentaires de l'ensemble des PCB, dioxines et furanes entrant dans le calcul de la TEQ-totale** seront réalisées sur ces mêmes individus. Ces analyses permettront alors de confirmer la conformité sanitaire des échantillons. Si cette conformité est confirmée (TEQ-totale OMS-2005 < 6,5pg/g de poids frais), il sera alors possible de lever l'interdiction de consommation pour les espèces faiblement bioaccumulatrices en PCB (dans le cas contraire : une nouvelle campagne d'échantillonnage sera à prévoir 4 ans plus tard). Dans ce cas, les 10 individus de l'espèce fortement bioaccumulatrice (mis de côté lors de la pêche) seront alors analysés de la même façon, c'est à dire dans un premier temps : uniquement les PCB indicateurs puis selon les résultats : l'ensemble des congénères entrant dans le calcul de la TEQ-totale.

- Dans le cas où l'espèce s'avérerait non conforme vis à vis du seuil sanitaire en PCBndI, l'interdiction totale de consommation de poisson serait maintenue et une nouvelle campagne d'échantillonnage sera à prévoir 4 ans plus tard.

C. Cas particuliers

Pour certains secteurs d'étude comme les **lacs**, les **milieux d'eau saumâtre** où le Barbeau fluviatile, le Chevesne et la Truite fario sont absents ou ne présentent pas de fortes densités, il s'agira de choisir une autre espèce caractéristique du secteur prospecté afin de réaliser le suivi (par exemple : Corégone, Mulet...).

Pour certains secteurs (notamment pour les **petits cours d'eau**), n'abritant que très peu de sujets supérieurs à 300 grammes, le suivi sera réalisé sur des lots de poissons, en favorisant les espèces de petite taille (Ablette, Blageon, Spiralin, Goujon...) de manière à analyser des poissons de plusieurs années. Dans ce cas, 3 lots de 300g minimum seront constitués, chacun d'eux devant être constitué d'un minimum de 10 individus (dans l'idéal plus de 15 individus), en évitant de retenir les plus petits sujets (inférieurs à 5cm).

Lorsque l'interdiction de consommation ne porte que sur une seule espèce, par exemple l'Anguille, il est nécessaire notamment à des fins sanitaires, de mettre en place un suivi de la contamination à partir de cette espèce.

D. Schéma récapitulatif du protocole proposé pour le suivi de la contamination PCB des secteurs soumis à interdiction de consommation de poisson

En tenant compte de l'ensemble des recommandations formulées précédemment (**Paragraphe IV**) et selon le type d'interdiction (partielle ou totale) en vigueur sur le secteur étudié, le schéma décisionnel ci-dessous peut être proposé.

¹⁵ Saisine n°2010-SA-0203 Avis ANSES relatif à l'interprétation sanitaire des résultats d'analyse en dioxines et PCB de type dioxine et mercure des poissons pêchés dans les cours d'eau du bassin Rhône-Méditerranée dans le cadre du plan national d'actions sur les PCB

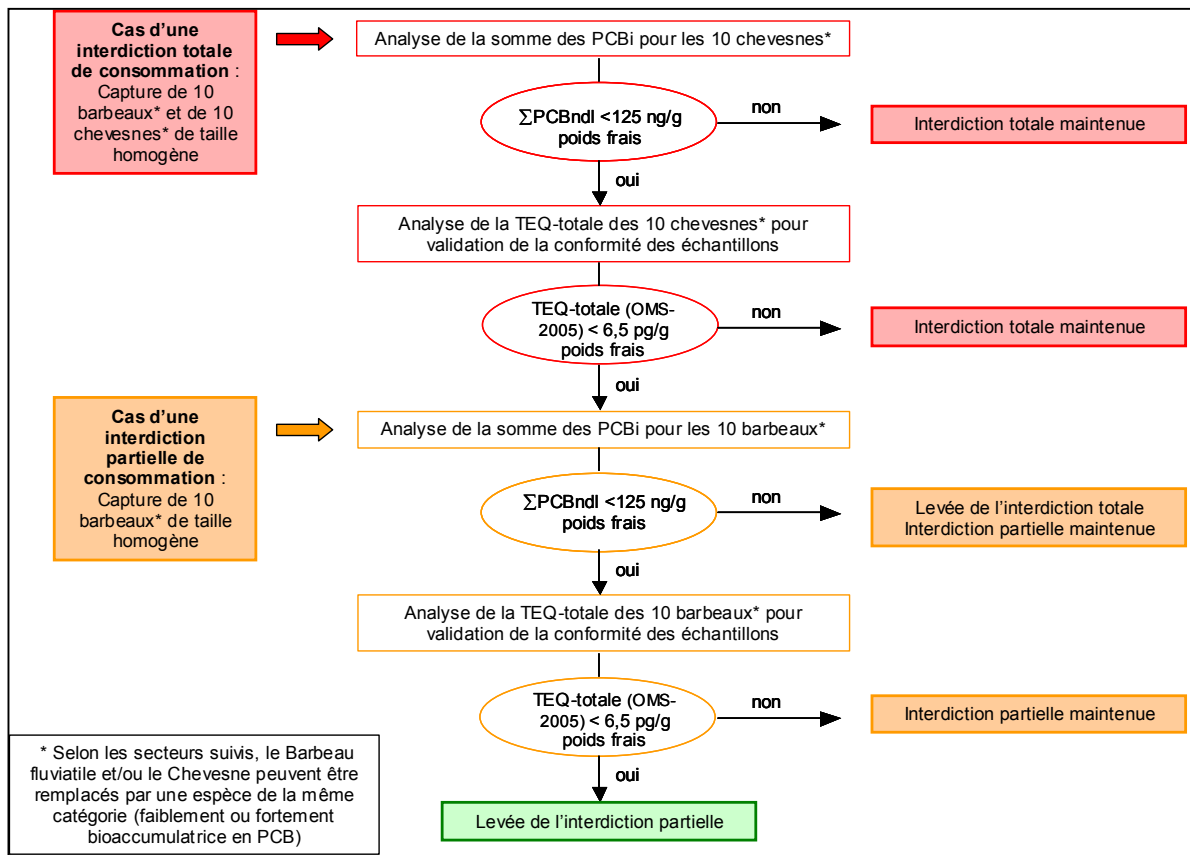


Figure 11 : Proposition de protocole de suivi de la contamination PCB des secteurs soumis à interdiction de consommation de poissons. (Les termes « interdiction » et « interdiction de consommation » sont utilisés par simplification, cependant il est important de noter que les interdictions actuellement en vigueur concernent la pêche en vue de la consommation ou de la commercialisation de poissons).

VI. Mise en application d'un suivi PCB sur le bassin Rhône-Méditerranée

A. Interdictions de consommation de poissons en vigueur sur le bassin Rhône-Méditerranée

De 2005 à 2010, sur l'ensemble du bassin Rhône-Méditerranée, plus de 3700 analyses poissons ont été réalisées. **320 stations et 138 cours d'eau et plans d'eau ont été échantillonnés** afin d'établir leur niveau de contamination en PCB. A ce jour, le diagnostic a permis d'identifier les secteurs du bassin les plus pollués par les PCB.

Ce diagnostic a été suivi de la mise en place d'interdictions de consommation de poissons pour **144 des stations** échantillonnées (réparties sur **53 cours d'eau ou plans d'eau**), dont 52 sont situées sur un secteur soumis à une interdiction totale de consommation de poissons (représentant 32 cours d'eau - **Tableau IX**).

	Stations	Cours d'eau / Plan d'eau
Echantillonnés	320	138
Interdiction en vigueur	144	53
Interdiction totale en vigueur	52	32

Tableau IX : Répartition des interdictions de consommation de poissons sur les stations et cours d'eau du bassin Rhône-Méditerranée

Etant donné le nombre de stations situées sur un linéaire de cours d'eau soumis à interdiction de consommation de poisson, il ne semble pas envisageable de mettre en place un suivi de la pollution PCB sur l'ensemble d'entre-elles. C'est pourquoi, il est proposé de sélectionner celles qui permettent de caractériser au mieux l'ensemble des linéaires de cours d'eau les plus contaminés par les PCB et soumis à une interdiction de consommation de poissons.

B. Sélection des stations pour le suivi de la contamination PCB

Pour chaque linéaire de cours d'eau soumis à interdiction de consommation de poisson, il est indispensable de retenir pour le suivi, parmi les stations échantillonnées dans le cadre du diagnostic initial, la ou les stations qui caractérisent le mieux le linéaire.

Sur certains linéaires, une seule station a été échantillonnée. Dans ce cas, cette station est retenue pour le suivi du linéaire de cours d'eau. Dans la plupart des cas, cette station est localisée dans le secteur potentiellement le plus contaminé (aval de zone industrielle, de zone urbaine, ou d'un rejet connu en PCB...).

Pour certains cours d'eau soumis à **interdiction**, plusieurs stations ont été échantillonnées sur **moins de 40 kilomètres** (parfois à quelques kilomètres voire centaines de mètres d'intervalle en raison de la présence d'un seuil infranchissable entre les deux stations). Dans ce cas, le suivi sera réalisé sur **la station la plus contaminée**. Celle-ci se situe, à quelques exceptions près, dans la partie aval du linéaire de cours d'eau concerné.

La station retenue permettra ainsi de réaliser le suivi de l'évolution de la contamination du secteur le plus contaminé du linéaire de cours d'eau soumis à interdiction, ce qui permettra éventuellement de pouvoir lever l'interdiction de consommation en place sur l'ensemble du linéaire dès que les poissons de la station la plus contaminée présenteront des concentrations en PCB inférieures aux seuils sanitaires en vigueur.

Dans la majorité des cas, une seule station sera donc retenue pour le suivi de la contamination. En revanche, pour les cours d'eau dont plusieurs dizaines, voire plusieurs centaines de kilomètres sont soumis à interdiction de consommation de poissons (exemple : la Saône avec plus de 140km ou le Rhône avec plus de 350km), une seule station ne sera pas suffisante pour caractériser l'évolution de la contamination sur l'ensemble du linéaire.

Dans le cas d'un **linéaire d'interdiction de plusieurs centaines de kilomètres**, il est proposé de retenir **une station tous les 40 à 60 kilomètres**. Ces stations devront alors être localisées en tenant compte des **grandes agglomérations**, des **sources potentielles de pollution**, mais également des confluences avec les **principaux affluents**.

Pour certains cours d'eau, l'interdiction de consommation de poisson en vigueur concerne uniquement la **partie aval du cours d'eau située dans une zone de confluence** (exemple : la Veyre au niveau de la confluence avec la Saône, la Drôme au niveau de la confluence avec le Rhône et le Lavanchon au niveau de sa confluence avec le Drac). Pour ces secteurs, il est souvent considéré probablement à juste titre, que les quelques poissons capturés présentant des concentrations en PCB relativement importantes sont des individus qui remontent du cours d'eau principal où ils se sont contaminés. Ceci se justifie notamment lorsque plus en amont du cours d'eau (notamment en amont d'un seuil infranchissable par exemple), l'ensemble des poissons présentent des niveaux de contamination très bas.

Pour ces cours d'eau dont l'interdiction de consommation de poissons porte uniquement sur la zone de confluence (quelques kilomètres) avec le cours d'eau principal, le linéaire aval de l'affluent ne peut être considéré indépendamment du cours d'eau principal. En effet, un diagnostic de ces linéaires serait représentatif de la zone de confluence et non uniquement du secteur aval de l'affluent. Par conséquent, il n'est pas nécessaire de mettre en place un suivi de ces secteurs si ce n'est dans le but de caractériser le niveau de pollution de la zone de confluence. L'interdiction de consommation de poissons en vigueur sur la partie aval de l'affluent ne pourra être levée qu'avec celle du cours d'eau principal.

C. Cas des secteurs du bassin Rhône-Méditerranée en interdiction totale

Sur le bassin Rhône-Méditerranée, 29 cours d'eau et 3 canaux sont soumis à une interdiction totale de consommation de poissons.

Sur la base des critères de sélection des stations présentés ci-dessus, une liste de **34 stations (Tableau X)** est proposée au suivi (1 station pour chacun des cours d'eau et canaux soumis à **interdiction totale de consommation**). Pour l'Isère, 3 stations sont retenues en raison de la longueur du linéaire d'interdiction actuel (supérieure à 100km).

A noter que cette liste est susceptible d'évoluer en fonction des résultats d'analyses obtenus pour les secteurs prospectés en 2011. Quelques stations de suivi pourraient donc éventuellement être ajoutées à cette liste au premier semestre 2012.

Station de Prélèvement	Cours d'eau	Commune
06147160	Canal de la Morge	POLIENAS
06810100	Canal de la Romanche	JARRIE
ROVEMARI	Canal du Rove	CHATEAUNEUF-LES-MARTIGUES
06082500	La Bourbre	COLOMBIER-SAUGNIEU
06196950	La Cadière	MARIGNANE
06159000	La Durance	LES MEES
06147140	La Fure	TULLINS
06142687	La Jonche	LA MURE
06073500	La Leysse	LE BOURGET-DU-LAC
06461800	La Lizaine	BETHONCOURT
06194000	La Luyves	AIX-EN-PROVENCE
06046000	La Reyssouze	VIRIAT
06024000	La Savoureuse	VIEUX-CHARMONT
06172100	La Têt	SAINTE-MARIE
06042000	La Vallière	COURLANS
06026000	L'Allan	BART
06086100	L'Ange	BRION
06127900	L'Avène	SAINT-PRIVAT-DES-VIEUX
06057700	L'Azergues	LUCENAY
06139975	Le Coisetan	LES MOLLETES
06143100	Le Drac	CHAMPAGNIER
06800050	Le Gelon	BOURGNEUF
06097000	Le Gier	GIVORS
06021500	Le Gland	AUDINCOURT
LAUZON	Le Lauzon	BOLLENE
06108540	Le Rhône (Secteur P2)	SAINTE-VULBAS
06300005	Le Suran	VILLEREVERSURE
06074500	Le Tillet	AIX-LES-BAINS
06198100	L'Huveaune	MARSEILLE
06840130	L'Isère	SAINTE-EGREVE
06840120	L'Isère	SAINTE-HILAIRE-DU-ROSIER
06149000	L'Isère	ROMANS-SUR-ISERE
06411730	L'Ognon	MONTAGNEY-SERVIGNEY
06016000	L'Ouche	CRIMOLOIS

Tableau X : Liste des stations proposées pour le suivi des secteurs du bassin Rhône-Méditerranée soumis à interdiction totale de consommation de poisson

D. Cas des secteurs du bassin Rhône-Méditerranée en interdiction partielle

Sur le bassin Rhône-Méditerranée, 92 des 320 stations échantillonnées se situent sur des secteurs soumis à interdiction partielle de consommation de poisson. Ces 92 stations représentent 18 cours d'eau et plans d'eau, en dehors de l'axe Rhône (**Tableau XI**).

Pour l'ensemble des cours d'eau (hors Rhône, Saône et Doubs), il est proposé, sur la base des critères de sélection présentés précédemment, de retenir une seule station de suivi par linéaire d'interdiction. En revanche pour la Saône, le Doubs et le Rhône pour lesquels les linéaires d'interdiction sont respectivement supérieurs à 140, 160 et 350 kilomètres, plusieurs stations ont été proposées (4 pour la Saône, 3 pour le Doubs et 9 pour le Rhône). Ainsi une liste de **31 stations** est proposée (**Tableau XI**) afin de caractériser l'ensemble de ces secteurs soumis à **interdiction partielle de consommation de poissons**.

A noter que cette liste est susceptible d'évoluer en fonction des résultats d'analyses obtenus pour les secteurs prospectés en 2011. Quelques stations de suivi pourraient donc éventuellement être ajoutées à cette liste au premier semestre 2012.

Station de Prélèvement	Cours d'eau	Commune	Espèces interdites à la consommation
06193700	Canal le Vistre	SAINT-LAURENT-D'AIGOUZE	Carpe
06830025	La Cance	ROIFFIEUX	Toutes espèces sauf gardons
06001960	La Combeauté	FOUGEROLLES	Toutes espèces à l'exception des truites arc en ciel adultes issues d'empoisonnement
06411780	La Morge	SAINT-JEAN-DE-MOIRANS	Truite, barbeau fluviatile, blageon, chevesne, silure, brème, vairon
06208900	La Mourachonne	PEGOMAS	Anguille et carpe
06037400	La Saône	VERJUX	Anguilles, Barbeaux, Brèmes, Carpes, Tanches & Silures
06039500	La Saône	OUROUX-SUR-SAONE	Anguilles, Barbeaux, Brèmes, Carpes, Tanches & Silures
06049600	La Saône	CORMORANCHE-SUR-SAONE	Anguilles, Barbeaux, Brèmes, Carpes, Tanches & Silures
06108670	La Saône	QUINCIEUX	Anguilles, Barbeaux, Brèmes, Carpes, Tanches & Silures
06300210	La Sémouse	SAINT-LOUP-SUR-SEMOUSE	Toutes espèces à l'exception des truites arc en ciel adultes issues d'empoisonnement
06124900	La Sorgue de Velleron	BEDARRIDES	Anguille, Brème & Barbeau
06196850	La Touloubre	SAINT-CHAMAS	Espèces fortement bioaccumulatrices
V1235003	Lac d'Annecy	ANNECY	Omble chevalier si >40cm
V1335003	Lac du Bourget	LE BOURGET-DU-LAC	Gardon >10cm, Brème, Omble chevalier, Anguille & Tanche
V03-4003	Lac Léman	THONON-LES-BAINS	Omble chevalier si >39cm
06204000	Le Caramy	VINS-SUR-CARAMY	Anguilles
06027000	Le Doubs	COLOMBIER-FONTAINE	Anguilles, Barbeaux, Brèmes, Carpes, Tanches & Silures
06029000	Le Doubs	AVANNE-AVENEY	Anguilles, Barbeaux, Brèmes, Carpes, Tanches & Silures
06031200	Le Doubs	GEVRY	Anguilles, Barbeaux, Brèmes, Carpes, Tanches & Silures
W2615003	Le Drac - Retenue de Notre-Dame de Commiers	MONTEYNARD	Barbeau fluviatile, Carpe, Brème et Silure
06830500	Le Fier	VALLIERES	Anguilles, Barbeau, Carpe, Vairon, Blageon, Silure, Brème, Truite et Chevesne
06108220	Le Rhône (Canal de Jonage - Secteur P2)	MEYZIEU	Anguilles, Barbeaux, Brèmes, Carpes, Silures, vandoise & carassins
06098000	Le Rhône (Secteur P3)	GIVORS	Anguilles, Barbeaux, Brèmes, Carpes, Silures, vandoise & carassins
06104000	Le Rhône (Secteur P3)	SAINT-VALLIER	Anguille, Brème, Barbeau, Silure, Carpe, Vandoise, Carassin & Brochet de + de 2.5kg
06107300	Le Rhône (Secteur P4)	LE POUZIN	Anguille, Brème, Barbeau, Silure, Carpe, Vandoise, Carassin & Brochet de + de 2.5kg
06113000	Le Rhône (Secteur P4)	VIVIERS	Anguille, Brème, Barbeau, Silure, Carpe, Vandoise, Carassin & Brochet de + de 2.5kg
06121500	Le Rhône (Secteur P4)	ORANGE	Anguille, Brème, Barbeau, Silure, Carpe, Alose, Lamproie & Truite de mer
06108350	Le Rhône (Secteur P5)	ARLES	Anguille, Brème, Barbeau, Silure, Carpe, Alose, Lamproie & Truite de mer
06108590	Le Rhône (Secteur P5)	VALLABREGUES	Anguille, Brème, Barbeau, Silure, Carpe, Alose, Lamproie & Truite de mer
06131900	Le Petit-Rhône (Secteur P5)	SAINT-GILLES	Anguille, Brème, Barbeau, Silure, Carpe, Alose, Lamproie & Truite de mer
06123500	L'Ouvèze (26-84)	SORGUES	Anguille, Brème & Barbeau

Tableau XI : Liste des stations de suivi proposées pour les secteurs du bassin Rhône-Méditerranée soumis à interdiction partielle de consommation de poissons

A noter également qu'aucune station de suivi n'a été retenue pour la rivière Ardèche, alors qu'une interdiction partielle est actuellement en vigueur pour l'Anguille sur l'ensemble de son bassin-versant. Pour ce cas précis, tous les poissons capturés sur l'Ardèche présentent des concentrations en PCB relativement basses, seule une anguille (capturée à Vallon Pont-d'Arc) dépasse les normes sanitaires en PCB et est à l'origine de cette interdiction. Comme pour les zones de confluence, il n'est pas nécessaire de mettre en place un suivi de la contamination du bassin-versant de l'Ardèche, en raison d'individus pas forcément représentatifs du milieu de capture. Les interdictions en vigueur sur ces secteurs pourront être levées simultanément avec celle du Rhône.

Pour d'autres secteurs, **une, voire deux espèces sont interdites** à la consommation (exemple : le Vistre avec la Carpe, la Mourachonne avec l'Anguille et la Carpe, le lac d'Annecy et le Léman avec l'Omble chevalier). Sur ces derniers, il est indispensable de déterminer si un suivi aussi important (10 individus tous les 4 ans) de l'espèce interdite à la consommation est nécessaire (intérêt environnemental et/ou sanitaire).

E. Mise en œuvre du suivi des secteurs du bassin Rhône-Méditerranée soumis à interdiction de consommation de poisson

Au total, pour le bassin Rhône-Méditerranée, il conviendrait donc de mettre en place un suivi de la pollution PCB pour 65 stations : 34 soumises à interdiction totale de consommation de poisson et 31 soumises à interdiction partielle.

A noter, que la moitié de ces stations est située sur la Région Rhône-Alpes (**Tableau XII**).

Région	Nombre de stations à suivre
Bourgogne	3
Franche-Comté	11
Languedoc-Roussillon	5
PACA	13
Rhône-Alpes	33

Tableau XII: Répartition des stations proposées sur les cinq régions du bassin Rhône-Méditerranée

En réalisant un suivi de fréquence quatre ans, cela demanderait d'échantillonner chaque année un quart des stations du bassin versant Rhône-Méditerranée : soit environ 16 stations.

Pour les cours d'eau présentant plusieurs stations à suivre, il sera préférable de les échantillonner la même année. Il est préférable d'échantillonner la même année également : les stations appartenant à un même sous bassin-versant (**Carte 2**). La première campagne d'échantillonnage devra prioritairement cibler les stations qui n'ont pas été échantillonnées depuis 2008, voire 2009 (soit depuis 3-4 ans).

F. Evolution de la liste des stations de suivi PCB du bassin Rhône-Méditerranée

Afin de suivre l'évolution de la pollution PCB de l'ensemble des cours d'eau et plans d'eau du bassin Rhône-Méditerranée soumis à interdiction partielle ou totale de consommation de poissons, une liste de 65 stations a été proposée.

Cette liste de stations à suivre est néanmoins susceptible d'évoluer, dans le cas où un **nouveau secteur suffisamment pollué pour entraîner des dépassements des normes sanitaires dans le poisson** venait à être mis en évidence (par exemple : via les réseaux de surveillance).

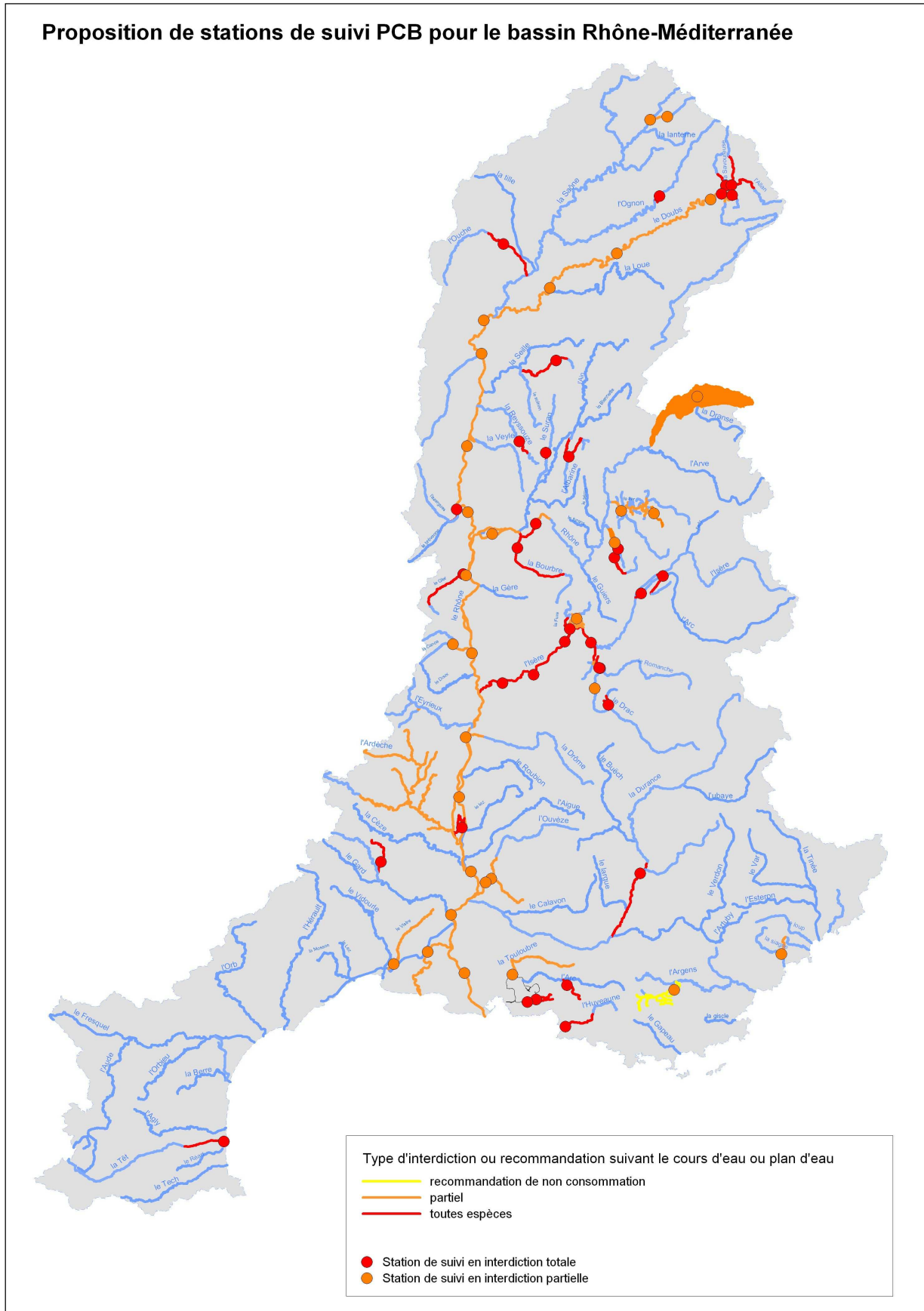
En effet, l'analyse des résultats PCB du bassin Rhône-Méditerranée a permis de fixer une valeur seuil de 27 µg de PCB_i/kg de sédiment sec (15,6-39,3)¹⁶ au-delà de laquelle des dépassements de la valeur réglementaire (8pg TEQ-OMS1998/g de poisson frais) sont à prévoir dans la chair des poissons.

Le diagnostic initial de la contamination des poissons consistera alors en l'analyse de 10 individus faiblement bioaccumulateurs homogènes en taille (par exemple 10 chevesnes) et 10 individus fortement bioaccumulateurs également homogènes en taille (par exemple 10 barbeaux fluviatiles). En cas de dépassement des seuils sanitaires et de prise d'interdiction de consommation de poissons, ce diagnostic constituera le point initial du suivi de la station qui sera intégrée à la liste des stations et fera l'objet d'un nouvel échantillonnage 4 ans plus tard.

A l'inverse, pour certaines des stations initialement proposées, il pourra être possible d'**arrêter le suivi** dès lors que les poissons présenteront des niveaux de contamination relativement bas. Il est pour cela nécessaire de **définir les conditions** permettant de stopper le suivi puisqu'il ne semble **pas pertinent de l'arrêter dès que l'interdiction de consommation aura été levée**.

¹⁶ Babut, M., Roy, A., Lopes, C. and Pradelle, S., 2011. Contamination des poissons d'eau douce par les PCB et d'autres contaminants persistants dans le bassin Rhône-Méditerranée. Détermination de facteurs d'accumulation sédiments-poissons et d'une valeur seuil dans le sédiment au-delà de laquelle les poissons risquent de dépasser le seuil réglementaire de consommation. Cemagref - DREAL Rhône-Alpes, Délégation de bassin, Lyon, 84p

Proposition de stations de suivi PCB pour le bassin Rhône-Méditerranée



Carte 2 : Répartition des stations proposées pour le suivi des secteurs du bassin Rhône-Méditerranée les plus pollués par les PCB

Avant d'arrêter définitivement le suivi de la pollution sur une station, il est indispensable de s'assurer que les niveaux de contamination de la station prospectée n'augmentent pas de nouveau (suite par exemple à une pollution accidentelle...). Une augmentation du niveau de pollution sur la station sera d'autant plus problématique pour des secteurs où les interdictions de consommation auront été levées sur la base de résultats certes conformes mais proches des seuils sanitaires. Il pourrait donc être proposé de continuer le suivi de la catégorie d'espèce tant que les niveaux de contamination de celle-ci ne seront pas relativement bas (par exemple : concentration maximale mesurée inférieure au seuil sanitaire et médiane des 10 résultats inférieure à la moitié du seuil sanitaire) au moins lors de trois campagnes successives. Une fois que les espèces fortement bioaccumulatrices présenteront des niveaux de contamination assez bas, il pourra être envisagé d'interrompre le suivi de la station concernée.

VII. Conclusion

L'analyse des résultats PCB obtenus sur les poissons du bassin Rhône-Méditerranée entre 2005 et 2011, a permis de proposer un protocole de suivi de l'évolution de la pollution PCB, sur la base d'analyses du niveau de contamination des poissons.

Avant l'application d'un tel protocole de suivi régulier, il est indispensable de réaliser une première campagne de prélèvement visant à valider le protocole pour les différents types de milieux à prospecter (petits et grands cours d'eau ; petits et grands plans d'eau, cours d'eau de têtes de bassin versants, cours d'eau à régime nival...).

Cette première campagne permettra de vérifier que le protocole est applicable sur le terrain, notamment par rapport aux espèces et aux caractéristiques morphologiques des individus recherchés. Afin d'obtenir dix individus d'une même espèce homogènes en taille, il sera certainement nécessaire pour certaines stations, de réaliser plusieurs journées de pêche électrique ou plusieurs nuits de pêche au filet (pouvant être espacées dans le temps de quelques semaines). Cette information sera importante à avoir pour la programmation du suivi des stations, de manière à ne pas avoir au cours d'une même année l'ensemble des pêches les plus délicates à réaliser et à mieux répartir les coûts liés aux pêches.

La première campagne permettra également de revenir sur des stations du bassin qui n'ont pas été échantillonnées depuis 2008. Ceci permettra pour certaines d'entre elles, de voir comment les niveaux de contamination ont évolué après 4 ans. Pour la plupart d'entre elles, en raison de protocole de constitution des lots différents entre le diagnostic initial et de suivi, l'évolution sera certainement difficile à mettre en évidence.

Il serait donc important de réaliser dès 2012, une première campagne de prélèvement sur le bassin Rhône-Méditerranée afin de tester l'application du protocole proposé et de vérifier par la même occasion la pertinence d'une fréquence de suivi de 4 ans, notamment vis à vis de la persistance des PCB dans le milieu.