

Maisons-Alfort, le 10 novembre 2008

## Avis

### de l'Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments relatif à un protocole d'échantillonnage des poissons pêchés dans la Thur et l'Ille en vue de l'évaluation du risque lié à la pollution historique de ces rivières en mercure.

LA DIRECTRICE GÉNÉRALE

#### 1- RAPPEL DE LA SAISINE

L'Agence française de sécurité sanitaire des aliments (Afssa) a été saisie le 26 juin 2008 par la Direction générale de la Santé et la Direction générale de l'alimentation d'une demande d'avis relative à un protocole d'échantillonnage des poissons pêchés dans la Thur et l'Ille en vue de l'évaluation du risque lié à la pollution historique de ces rivières en mercure.

#### 2- CONTEXTE GENERAL ET QUESTIONS POSEES

Suite à une pollution au mercure de la Thur et de l'Ille observée fin 2005, plusieurs campagnes d'analyses de poissons ont été menées sur ces rivières. La première, datant de début 2006, révèle la présence de mercure à des concentrations supérieures à la limite réglementaire dans la quasi-totalité des poissons analysés.

Ces niveaux de dépassement ont conduit les préfets du Haut-Rhin et du Bas-Rhin à interdire en avril 2006 la mise sur le marché et la consommation des poissons pêchés dans ces rivières.

Une autre campagne de prélèvements a été réalisée en 2006 puis 2007 sur les sédiments et sur les poissons.

Les questions posées à l'Afssa sont les suivantes :

- définir, au regard des niveaux de contamination observés, la conformité ou non des poissons pêchés par rapport aux seuils réglementaires fixés pour les espèces commercialisées, et présenter si possible les résultats obtenus en différenciant les portions fluviales.
- Evaluer la pertinence d'investigations complémentaires sur certaines espèces.

Après consultation du Comité d'Experts Spécialisé « Résidus et contaminants chimiques et physiques » réuni le 27 octobre 2008, l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments émet l'avis ci-après.

#### 3- RAPPEL DU CONTEXTE REGLEMENTAIRE ET DES OPTIONS DE GESTION POUVANT ETRE MISES EN PLACE

Les mesures de gestion pouvant être mises en place pour limiter le risque de surexposition des consommateurs aux contaminants chimiques (dont le mercure) peuvent être différentes selon que l'on considère :

- La consommation régulière des espèces commercialisées et habituellement trouvées sur le marché,
- La consommation ponctuelle de poissons capturés au cours d'activité de pêche de loisir.

Dans le cas des espèces commercialisées et donc susceptibles d'être consommées régulièrement, des limites réglementaires ont été établies au niveau européen (règlement (CE) n° 1881/2006). Pour le mercure elles ont été respectivement fixées à 0.5 mg Hg / kg de poids frais pour toutes les espèces exceptées les espèces prédatrices telles que l'anguille et le brochet pour lesquelles une limite de 1 mg Hg / kg de poids frais a été retenue.

## 4- DESCRIPTION DES DONNEES ET METHODOLOGIE D'ANALYSE

### 4-1 Description des données

Les données proviennent des différentes campagnes de prélèvement réalisées entre 2005 et 2007 sur la Thur, l'III, les affluents/diffluents de l'III et du Rhin et sur le plan d'eau de Plobsheim. Elles représentent au total 158 données d'analyses de poissons. Les différents les points de prélèvements sont représentés sur la carte suivante :



## 4-2 Méthodologie d'analyse des données

### 4-2-1 Classification des portions fluviales

Les effectifs par espèce et par site de prélèvement étant insuffisants<sup>1</sup> pour permettre une analyse détaillée par portion fluviale, les différents sites ayant fait l'objet de prélèvements de poissons sur la Thur, l'Ill, les affluents/diffluents de l'Ill et du Rhin ainsi que le plan d'eau de Plobsheim ont été regroupés par secteurs.

La présence d'une usine de fabrication de produits chimiques à Thann (Haut-Rhin) pouvant expliquer les fortes teneurs en mercure observées dans les poissons prélevés dans la Thur, cette portion fluviale a été considérée comme un secteur de prélèvement.

Les données obtenues sur l'Ill montrent des différences significatives de contamination sur des mêmes espèces de poissons selon que l'on se situe à l'amont ou à l'aval de Strasbourg (respectivement au sud et au nord de Strasbourg). Considérant que ces différences de contamination peuvent s'expliquer par l'écoulement de la Thur sur l'Ill à l'amont de Strasbourg, deux secteurs de prélèvement ont été définis pour cette rivière : le secteur de l'Ill à l'amont de Strasbourg et le secteur de l'Ill à l'aval de Strasbourg.

Compte tenu du faible effectif de poissons prélevés dans les affluents/diffluents de l'Ill (la Liepvrette, le Giessen, l'Andlau, la Bruche) et du Rhin (la Moder et la Sauer) et en raison de l'absence de sources spécifiques de contamination connues dans ses portions fluviales l'ensemble de ces sites a été regroupé en un seul secteur de prélèvement.

Enfin, compte tenu de ses caractéristiques (plan d'eau, faible niveau de contamination) et du nombre suffisant de poissons prélevés le site de Plobsheim a été considéré comme un secteur à part entière.

Finalement, cinq secteurs de prélèvement ont été distingués dans le cadre de cette analyse :

- la Thur,
- l'Ill à l'amont de Strasbourg (au sud de Strasbourg),
- l'Ill à l'aval de Strasbourg (au nord de Strasbourg),
- les affluents/diffluents de l'Ill (la Liepvrette, le Giessen, l'Andlau, la Bruche) et du Rhin (la Moder, la Sauer)
- le plan d'eau de Plobsheim.

### 4-2-2 Classification de la variable espèce

Considérant que :

- le mercure s'accumule dans les poissons au cours du temps et que les poissons prédateurs, (notamment ceux en fin de chaîne alimentaire), sont susceptibles de présenter des teneurs en mercure plus élevées que les autres espèces,
- les niveaux de contamination en mercure sont différents selon les espèces et que certaines espèces non prédatrices (par exemple : barbeaux, brèmes, chevesnes) peuvent présenter de fortes teneurs en mercure par comparaison aux autres espèces

une classification de la variable espèce basée sur le seul caractère prédateur/non prédateur n'apparaît pas pertinente. Une classification des espèces suivant leur niveau de contamination en

<sup>1</sup> L'analyse statistique des résultats est considérée comme pertinente lorsque le nombre de données disponibles par espèce et par secteur de prélèvement est au minimum de n= 5

mercure<sup>2</sup> a donc été réalisée, la variable à expliquer étant le niveau de contamination en mercure et la variable explicative étant l'espèce.

Cette classification a permis de distinguer 2 grandes catégories d'espèces :

- les espèces faiblement accumulatrices : truites, hotus, ablettes, gardons
- les espèces fortement accumulatrices : aspes, barbeaux, anguilles, perches, brèmes, tanches, chevesnes, sandres, brochets, silures

Si l'on se réfère au mode de vie de ces poissons (cf. Annexe 2) il est possible de distinguer les espèces de pleine eau ayant un régime alimentaire de type macro-invertébré ou omnivore (1<sup>er</sup> type d'espèces faiblement accumulatrices en mercure) et les espèces benthiques et/ou prédatrices (2<sup>ème</sup> type d'espèces fortement accumulatrices en mercure).

Sachant que la réglementation distingue les anguilles et les brochets des autres espèces (cf. Annexe 1), les poissons peuvent être classés selon 3 catégories distinctes :

1. les poissons faiblement accumulateurs réglementés à 0,5 mg Hg/kg de poids frais,
2. les poissons fortement accumulateurs réglementés à 0,5 mg Hg/kg de poids frais et,
3. les poissons fortement accumulateurs réglementés à 1 mg Hg/kg de poids frais.

#### 4-2-3 Analyse des données

L'approche méthodologique retenue est justifiée par le fait qu'il ne s'agit pas ici de vérifier la conformité de chacun des prélèvements comme cela est réalisé dans le cadre des contrôles officiels mais d'avoir une prédictibilité de dépassement de la norme réglementaire par secteur et d'évaluer le risque de surexposition chronique des consommateurs de poissons pour chacun des sites étudiés.

La méthodologie d'analyse des données appliquée dans le cadre de cette saisine est similaire à celle adoptée pour l'interprétation des résultats d'analyses du plan d'échantillonnage mis en place dans le cadre de la pollution en PCB des poissons du Rhône (saisine 2007-SA-0239), des lacs d'Annecy et Lemman (saisine n° 2008-SA-0175), du Lac du Bourget (saisine n° 2008-SA-0191) et de la Saône (saisine n° 2008-SA-0260).

Il s'agit d'une analyse multivariée de type *régression linéaire généralisée lognormale* (cf. Annexe 3), permettant d'analyser simultanément plusieurs variables (type d'espèces, secteur de prélèvement, taille) et de comparer aux limites réglementaires les valeurs moyennes de contamination en mercure et leurs intervalles de confiance à 95%.

## 5- RESULTATS

Les résultats montrent que les variables secteurs de prélèvement et catégories d'espèces sont significativement corrélées au niveau de la contamination en mercure.

### 5-1 Analyse des résultats par espèce

L'analyse des résultats par espèce (cf. Tableau 1) montre, que tous secteurs confondus :

- les barbeaux, brèmes, chevesnes et silures apparaissent en moyenne comme non conformes aux limites réglementaires,
- les anguilles, brochets, gardons, hotus et truites apparaissent en moyenne comme conformes aux limites réglementaires,

<sup>2</sup> La méthode utilisée est une méthode de classification (ou segmentation) qui permet d'identifier différentes populations au sein d'une même population suivant un (ou plusieurs) critère(s). Dans ce cas, le critère est le niveau de contamination en mercure.

**Tableau 1** : Estimation des contaminations moyennes en mercure par espèce et de leurs intervalles de confiance à 95%

espèce	n	moyennes (mg Hg/kg de poids frais)	intervalle de confiance à 95%		limite réglementaire (mg Hg/kg de poids frais)
			(mg Hg/kg de poids frais)		
anguille	38	0,75	0,61	0,93	1
barbeau	7	0,72	0,44	1,19	0,5
brème	15	0,49	0,35	0,68	0,5
brochet	9	0,62	0,40	0,97	1
chevesne	33	0,53	0,42	0,67	0,5
gardon	15	0,26	0,18	0,36	0,5
hotu	9	0,12	0,08	0,19	0,5
silure	6	0,58	0,34	0,99	0,5
truite	13	0,34	0,24	0,49	0,5

**Légende** : les espèces qui dépassent la limite réglementaire européenne (règlement (CE) n° 1881/2006) sont surlignées.

## 5-2 Analyse des résultats par catégorie de poissons et par secteur

Sachant que le faible nombre de données disponibles par secteur ne permet pas de réaliser une analyse représentative de chacune des espèces (cf. détail de l'analyse des résultats par secteurs et par espèces en Annexe 4), les espèces ont été regroupées en 3 catégories distinctes comme décrit dans le paragraphe 4-2-2.

L'analyse des résultats obtenus est donnée dans le tableau suivant :

**Tableau 2** : Estimations des contaminations moyennes en mercure et de leurs intervalles de confiance à 95% par secteur et par catégorie de poissons

secteur de prélèvement	Espèce	n	moyennes (mg Hg/kg de poids frais)	Intervalles de confiance à 95%		Limite réglementaire (mg Hg/kg de poids frais)
				(mg Hg/kg de poids frais)		
III Amont Strasbourg	faiblement accumulatrice	10	0,32	0,22	0,45	0,5
	fortement accumulatrice	20	0,70	0,55	0,90	0,5
	fortement accumulatrice	18	1,25	0,96	1,62	1
III Aval Strasbourg	faiblement accumulatrice	7	0,21	0,14	0,33	0,5
	fortement accumulatrice	14	0,55	0,41	0,74	0,5
	fortement accumulatrice	12	0,73	0,53	1,00	1
Plobsheim	faiblement accumulatrice	6	0,21	0,13	0,33	0,5
	fortement accumulatrice	17	0,61	0,47	0,80	0,5
	fortement accumulatrice	11	0,48	0,34	0,66	1

Thur	faiblement accumulatrice	4	0,92	0,53	1,60	0,5
	fortement accumulatrice	1	1,04	0,34	3,15	0,5
Affluents Diffluents de l'III et du Rhin	faiblement accumulatrice	11	0,13	0,09	0,18	0,5
	fortement accumulatrice	21	0,44	0,35	0,56	0,5
	fortement accumulatrice	6	0,30	0,19	0,47	1

**Légende :** les espèces qui dépassent la limite réglementaire européenne (règlement (CE) n° 1881/2006) sont surlignées.

Les estimations obtenues sur les moyennes de contamination en mercure montrent que :

- Les espèces faiblement accumultrices (truite, hotu, ablette, gardon) apparaissent en moyenne comme conformes aux limites réglementaires (0,5 mg Hg/kg poids frais) sur l'III (amont et aval de Strasbourg), le plan d'eau de Plobsheim, et les affluents/diffuents de l'III et du Rhin. En revanche, ces espèces apparaissent en moyenne comme non conformes aux limites réglementaires sur la Thur. Bien que l'échantillonnage soit limité sur cette portion fluviale (n=4) les niveaux très élevés de contamination observés en raison notamment de la pollution historique ne justifie pas la mise en oeuvre d'investigations complémentaires.
- Les espèces fortement accumultrices (aspe, barbeau, perche, brème, tanche, chevesne, sandre, silure) apparaissent en moyenne comme non conformes aux limites réglementaires (0,5 mg Hg/kg poids frais), dans tous les secteurs de prélèvement
- Les espèces fortement accumultrices réglementées à 1 mg Hg/kg poids frais (anguilles, brochets) apparaissent en moyenne comme conformes aux limites réglementaires sur l'III à l'aval de Strasbourg, sur le plan d'eau de Plobsheim, et sur les affluents/diffuents de l'III. En revanche, sur l'III à l'amont de Strasbourg, ces espèces apparaissent en moyenne comme non conformes aux limites réglementaires.

## 6- CONCLUSIONS / RECOMMANDATIONS

Sur la base de cette analyse nous pouvons conclure que :

- les espèces faiblement accumultrices (truite, hotu, ablette, gardon) sont en moyenne conformes sur l'ensemble des secteurs à l'exception du secteur fluvial de la Thur où il existe une contamination historique.
- les espèces « fortement accumultrices » sont en moyenne non conformes dans l'ensemble des secteurs pour celles réglementées à 0.5 mg Hg/kg de poids frais (aspe, barbeau, perche, brème, tanche, chevesne, sandre et silure), et non conformes dans les secteurs à l'amont de Strasbourg pour celles réglementées à 1 mg Hg/kg de poids frais (anguilles et brochets).

Au regard de l'ensemble de ces résultats l'Afssa ne recommande pas d'investigations complémentaires et estime que l'ensemble des données est suffisant pour établir des options de gestion.

## 7. Principales Références bibliographiques

Afssa - Agence française de sécurité sanitaire des aliments, 2008. Avis du 22 septembre relatif à l'interprétation des résultats d'analyses du plan d'échantillonnage national des poissons pêchés dans la Saône (ref : 2008-SA-0260).

Afssa - Agence française de sécurité sanitaire des aliments, 2008. Avis du 2 juillet relatif à l'interprétation des résultats d'analyses du plan d'échantillonnage des poissons pêchés dans le lac du Bourget mis en place dans le cadre de la pollution en PCB (ref : 2008-SA-0191).

Afssa - Agence française de sécurité sanitaire des aliments, 2008. Avis du 17 juin relatif à l'interprétation des résultats d'analyses du plan d'échantillonnage des poissons pêchés dans les lacs d'Annecy et Lemman mis en place dans le cadre de la pollution en PCB des lacs alpins (ref : 2008-SA-0175).

Afssa - Agence française de sécurité sanitaire des aliments, 2008. Avis du 28 mars relatif à l'interprétation des résultats d'analyses du plan d'échantillonnage mis en place dans le cadre de la pollution en PCB des poissons du Rhône (ref : 2007-SA-0239).

Afssa - Agence française de sécurité sanitaire des aliments, 2007. Avis du 3 décembre relatif à l'interprétation des résultats d'analyse du plan d'échantillonnage mis en place dans le cadre de la pollution en PCB des poissons du Rhône (ref : 2007-SA-0239).

## **8. MOTS CLES**

Mercuré, Poissons, Rivières Conformité réglementaire.

**La Directrice Générale**

**Pascale BRIAND**

**ANNEXE 1 :****Effectif des espèces prédatrices selon leurs limites réglementaires en mercure**

Type d'espèces	n	limite réglementaire en mg/kg de PF
Espèces prédatrices (Anguilles, Brochets)	47	1
autres espèces	111	0,5
<b>TOTAL</b>	<b>158</b>	

## ANNEXE 2 : Caractéristiques alimentaires et d'habitat des espèces

Il convient toutefois de préciser que cette proposition de caractéristiques est très simplifiée sachant que le régime alimentaire et l'habitat des espèces de poissons étudiés peut varier fortement en fonction du stade de développement du poisson (alevins, juvéniles, immature et adultes), du niveau de végétation et de la mobilité des poissons.

espèce	habitat	habitudes alimentaires
ablette	pleine eau	macro invertébré fond surface (plancton)
anguille	benthique	Carnivore benthique
aspe	benthique	Carnivore fond surface
barbeau	pleine eau	macro invertébré plus ou moins benthique
brème	benthique	macro invertébré plus ou moins benthique
brochet	pleine eau	Carnivore mobile
carassin	benthique	macro invertébré benthique
carpe	benthique	Omnivore benthique
chevesne	pleine eau	Omnivore fond surface
gardon	mixte	Omnivore benthique
hotu	pleine eau	Detritivore benthique
mulet	pleine eau	macro invertébré fond surface
perche	pleine eau	Carnivore plus ou moins benthique
sandre	mixte	Carnivore fond surface
silure	benthique	Carnivore fond surface
tanche	benthique	macro invertébré benthique
truite	pleine eau	macro invertébré fond surface
vandoise	pleine eau	macro invertébré fond surface

**Légende:**

**Alimentation** : *macro invertébré* = se nourrissant de crustacés, mollusques et insectes plus larves; *détritivores* = se nourrissant de matière organique ; *omnivores* = se nourrissant d'animaux et de végétaux; *carnivores* : se nourrissant de poissons.

**Habitat** : *benthique* (sur le fond exclusivement plus vase); *Mixte* : sur fond et surface; *pleine eau* : à la surface

### ANNEXE 3 : Méthode de modélisation linéaire généralisée (glm) lognormale

Une étude de la variable quantitative de la concentration en mercure en fonction de plusieurs variables explicatives est réalisée par une modélisation linéaire généralisée lognormale.

Le choix de cette méthode s'explique par le déséquilibre des données suivant certaines variables comme l'espèce ou la rivière. Une telle approche permet de calculer des prédictions moyennes de contamination et des intervalles de confiance de la concentration en mercure et de pouvoir ainsi comparer à la limite réglementaire (1 mg/ kg de produit frais pour les anguilles et brochets et 0.5 mg/ kg de produit frais pour les autres espèces).

Le but de cette analyse multivariée est de déterminer l'influence de variables explicatives sur le  $\log_{10}(\text{mercure})$ . On s'est notamment intéressé aux variables explicatives « secteur », « catégorie d'espèce », « taille » pour modéliser la variable d'intérêt «  $\log_{10}(\text{mercure})$  ».

Soit  $C_{ijkl}$ , la concentration en mercure, le modèle s'écrit de la manière suivante :

$$\text{Log}_{10}(C_{ijkl}) = \text{const} + \alpha_{\text{secteur } i} + \beta_{\text{espèce } j} + \gamma_{\text{taille } k}$$

(avec *const* : la constante générale et  $\alpha_{\text{secteur } i} + \beta_{\text{espèce } j} + \gamma_{\text{taille } k}$  les effets des variables sur l'ensemble des données)

Une fois les coefficients du modèle estimés, nous pouvons prédire les concentrations en mercure en fonction des facteurs par la relation suivante :

$$C_{ijkl} = 10^{\text{const} + \alpha_{\text{riviere}_i} + \beta_{\text{espèce}_j} + \gamma_{\text{longueur}_k}}$$

### ANNEXE 4 : Résultats des conformités par secteur et par espèce

Estimation des contaminations moyennes en mercure et de leurs intervalles de confiance à 95% par secteurs et par espèces

Secteur de prélèvement	Type d'espèce	n	Moyennes (mg/kg de poids frais)	Intervalles de confiance à 95% (mg/kg de poids frais)		Limites réglementaires (mg/kg de poids frais)
III Amont Strasbourg	<i>ablette</i>	1	0,20	0,07	0,60	0,5
	<b>anguille</b>	<b>14</b>	<b>1,25</b>	<b>0,93</b>	<b>1,68</b>	<b>1</b>
	<i>barbeau</i>	2	0,63	0,29	1,37	0,5
	<i>brochet</i>	4	1,23	0,71	2,14	1
	<b>chevesne</b>	<b>12</b>	<b>0,72</b>	<b>0,52</b>	<b>0,99</b>	<b>0,5</b>
	<i>gardon</i>	4	0,37	0,22	0,65	0,5
	<i>hotu</i>	2	0,34	0,16	0,75	0,5
	<i>perche</i>	3	0,87	0,46	1,65	0,5
	<i>silure</i>	1	0,67	0,22	2,01	0,5
	<i>tanche</i>	2	0,51	0,23	1,10	0,5
	<i>truite</i>	3	0,28	0,15	0,52	0,5
III Aval Strasbourg	<b>anguille</b>	<b>11</b>	<b>0,75</b>	<b>0,54</b>	<b>1,04</b>	<b>1</b>
	<i>barbeau</i>	1	0,82	0,27	2,48	0,5
	<i>brème</i>	3	0,60	0,32	1,14	0,5
	<i>brochet</i>	1	0,55	0,18	1,66	1
	<b>chevesne</b>	<b>5</b>	<b>0,40</b>	<b>0,25</b>	<b>0,66</b>	<b>0,5</b>
	<b>gardon</b>	<b>6</b>	<b>0,23</b>	<b>0,14</b>	<b>0,36</b>	<b>0,5</b>
	<i>hotu</i>	1	0,15	0,05	0,45	0,5
	<i>perche</i>	1	0,48	0,16	1,45	0,5
	<i>silure</i>	4	0,69	0,40	1,21	0,5
Plobsheim	<b>anguille</b>	<b>9</b>	<b>0,49</b>	<b>0,34</b>	<b>0,71</b>	<b>1</b>
	<i>aspe</i>	4	1,04	0,60	1,80	0,5
	<i>barbeau</i>	1	0,74	0,24	2,24	0,5
	<b>brème</b>	<b>9</b>	<b>0,54</b>	<b>0,38</b>	<b>0,78</b>	<b>0,5</b>
	<i>brochet</i>	2	0,40	0,18	0,87	1
	<b>gardon</b>	<b>5</b>	<b>0,22</b>	<b>0,14</b>	<b>0,37</b>	<b>0,5</b>
	<i>hotu</i>	1	0,15	0,05	0,45	0,5
	<i>sandre</i>	2	0,52	0,24	1,14	0,5
	<i>silure</i>	1	0,24	0,08	0,73	0,5
Thur	<i>chevesne</i>	1	1,04	0,34	3,13	0,5
	<b>truite</b>	<b>4</b>	<b>0,92</b>	<b>0,53</b>	<b>1,59</b>	<b>0,5</b>
Affluents Diffluents de l'III et du Rhin	<b>anguille</b>	<b>4</b>	<b>0,32</b>	<b>0,19</b>	<b>0,56</b>	<b>1</b>
	<i>barbeau</i>	3	0,75	0,40	1,42	0,5
	<i>brème</i>	3	0,28	0,15	0,54	0,5
	<i>brochet</i>	2	0,26	0,12	0,57	1
	<b>chevesne</b>	<b>15</b>	<b>0,43</b>	<b>0,33</b>	<b>0,58</b>	<b>0,5</b>
	<b>hotu</b>	<b>5</b>	<b>0,08</b>	<b>0,05</b>	<b>0,12</b>	<b>0,5</b>
	<b>truite</b>	<b>6</b>	<b>0,19</b>	<b>0,12</b>	<b>0,30</b>	<b>0,5</b>

**Légende :** en rouge : les non conformités par rapport aux seuils réglementaires  
en vert : les conformités par rapport aux seuils réglementaires



