



**COMITE SCIENTIFIQUE
DE L'AGENCE FEDERALE POUR LA SECURITE
DE LA CHAINE ALIMENTAIRE**

AVIS 08-2008

Concerne: Contaminants chimiques et résidus de médicaments dans le poisson d'élevage (dossier Sci Com N°2004/25: auto-saisine).

Avis approuvé par le Comité scientifique le 15 février 2008

Résumé

Le Comité scientifique s'est saisi d'un dossier sur l'étude des contaminants chimiques et des résidus de médicaments vétérinaires dans le poisson d'élevage consommé en Belgique, dans le but d'examiner les possibilités qui existent en vue d'améliorer la sécurité alimentaire des produits de l'aquaculture, par un meilleur contrôle de l'alimentation du poisson d'élevage.

Hites *et al.* (2004) ont rapporté des concentrations en contaminants organochlorés significativement plus élevées dans le saumon d'élevage que dans le saumon sauvage. Le Comité scientifique a analysé les résultats des contrôles des contaminants environnementaux et des résidus de médicaments vétérinaires effectués par l'AFSCA dans le poisson et dans les aliments pour poissons. En général, le niveau des contaminants environnementaux dans les élevages de truites belges n'est pas inquiétant. Des résidus de médicaments interdits sont retrouvés dans les produits d'aquaculture, principalement dans les crevettes importées.

Avec la demande croissante des consommateurs et le déclin de la pêche maritime, l'élevage de poissons en aquaculture est en expansion. Afin de préserver les stocks naturels et contribuer au développement d'une aquaculture mondiale durable, les farines de poisson comme source protéinique ont tendance à être remplacées par des produits végétaux. Des innovations en pisciculture ont également lieu en Belgique. De nouvelles espèces de poissons (ex. tilapias) sont produites.

Le Comité scientifique souligne l'importance du contrôle des aliments pour poissons, mais aussi des produits de l'aquaculture conventionnelle et des produits issus des secteurs émergents. Le contrôle des produits d'importation et plus particulièrement des résidus d'antibiotiques nécessite également un suivi continu.

Summary

Advice 08-2008 of the Scientific Committee on FASFC: chemical contaminants and drug residues in farmed fish consumed in Belgium

The Scientific Committee started a self tasking study on chemical contaminants and veterinary drug residues in farmed fish consumed in Belgium with the aim to examine the possibilities to improve the food safety of the aquaculture products by a better control of farmed fish feed.

Hites *et al.* (2004) reported significantly higher concentrations of organochlorine contaminants in farmed salmon compared to wild salmon.

The Scientific Committee analyzed the control results of environmental contaminants and veterinary drug residues carried out by the FASFC in fish and feed for fish. In general, the level of environmental contaminants found in the Belgian farmed trouts is not of concern. Prohibited drug residues are found in aquaculture products, mainly in imported shrimps.

As a consequence of the increasing demand of consumers and the decline of sea fishing, fish farming is expanding. In order to preserve natural stocks and to contribute to the development of a durable worldwide aquaculture, there is a tendency to replace fishmeal, as source of proteins, by crop products. Innovations in fishfarming take also place in Belgium. New fish species (e.g. tilapias) are produced.

The Scientific Committee emphasizes the importance of the control of fish feed, but also of products of conventional aquaculture and of products resulting from the emergent sectors. The control of imported products and more particularly the control of antibiotic residues needs to be continued.

Mots clés

Contaminants chimiques, résidus, poisson, aquaculture, techniques d'élevage

1. Termes de référence

1.1. Objectif

L'objectif de l'étude consiste à réaliser un état des lieux des contaminants chimiques et des résidus de médicaments vétérinaires dans le poisson d'élevage, et examiner les possibilités qui existent en vue d'améliorer, la qualité des produits de l'aquaculture en matière de sécurité alimentaire, par un meilleur contrôle de l'alimentation.

Vu les discussions durant les réunions de groupe de travail du 23 juin 2004 et du 28 août 2007 et la séance plénière du 15 février 2008,

le Comité scientifique émet l'avis suivant :

2. Introduction

Le Comité scientifique s'est saisi d'un dossier sur les contaminants chimiques et les résidus de médicaments vétérinaires dans le poisson d'élevage suite à la parution d'un article dans la revue Science (Hites *et al.*, 2004) faisant état de concentrations en contaminants organochlorés significativement plus élevées dans le saumon d'élevage que dans le saumon sauvage. Dans cet article, une analyse de risques indique que la consommation de saumon d'élevage de l'Atlantique pose un risque de santé qui pourrait contrecarrer les effets bénéfiques de la consommation de poisson.

Le premier volet de ce dossier se rapporte aux aspects relatifs à l'élevage de poissons et au transfert des contaminants des aliments pour poissons vers les denrées alimentaires. Il vise à donner un état des choses de l'aquaculture belge et mondiale. L'annexe 1 présente une synthèse des informations sur la production et l'alimentation des poissons, les contrôles des contaminants chimiques réalisés par l'AFSCA, le cahier des charges pour la production de poissons d'élevage, etc.

Le deuxième volet de ce dossier se rapporte à la problématique des résidus de médicaments vétérinaires dans le poisson d'élevage. Des informations sur les contrôles des résidus de médicaments réalisés par l'AFSCA et sur les méthodes d'analyses sont présentées à l'annexe 2.

La problématique des poissons d'élevage doit être étudiée dans son ensemble, en ne tenant pas uniquement compte de la contamination du poisson, mais aussi de l'aspect nutritionnel et des effets bénéfiques du poisson.

3. Evaluation de risque

3.1. Contaminants chimiques

Les contaminants environnementaux généralement retrouvés dans le poisson sont le méthylmercure, les composés organochlorés persistants (POP), les ignifuges bromés et les composés organostanniques (EFSA, 2005; Hastein *et al.*, 2006). L'espèce, la saison, l'alimentation, la localisation, le stade de développement et l'âge ont un impact sur les concentrations en contaminants retrouvés dans le poisson (EFSA, 2005; Hasteil *et al.*, 2006). La saison a moins d'impact pour le poisson d'élevage étant donné que son alimentation reste constante pendant toute l'année. Le contenu des aliments formulés peut changer en fonction des souhaits du producteur et du consommateur (Sioen, 2007).

Le Comité scientifique s'est intéressé aux contaminants suivants: dioxines (PCDD/F), PCB de type dioxine, PCB marqueurs, cadmium, plomb, arsenic, mercure et pesticides organochlorés (α -HCH, HCB, β -HCH, lindane, heptachlore, dieldrine, DDT, chlordane). Il a analysé les résultats des contrôles des contaminants organiques et des métaux lourds dans les produits de la pêche et de l'aquaculture pour les années 2004, 2005 et 2006 ainsi que dans les aliments pour poissons. Ces résultats sont présentés à l'annexe 1.

Il ressort de cette analyse que le niveau des contaminants chimiques dans les élevages de truites belges n'est pas inquiétant. Des dépassements des limites maximales en résidus sont observés pour le mercure dans les produits importés (pêche et aquaculture). Les teneurs en arsenic et en cadmium sont plus élevées dans les produits de la pêche belge que dans les poissons importés et les poissons d'élevage. Le Comité scientifique mentionne, toutefois, que la teneur totale en arsenic n'apporte pas d'informations pertinentes sur les risques associés à cet élément et qu'il conviendrait de déterminer spécifiquement les formes toxiques de l'arsenic plutôt que la teneur totale.

L'alimentation est la source principale d'exposition aux contaminants dans le poisson (EFSA, 2005). Les teneurs en dioxines mesurées dans les aliments pour poissons sont du même ordre de grandeur que celles rapportées par le Scientific Committee on Animal Nutrition (SCAN, 2000) dans les farines de poisson originaires d'Europe et sont 8 fois plus élevées que les teneurs en dioxines dans les farines de poisson provenant du Pacifique sud.

Des études de transfert des contaminants de l'alimentation vers le poisson ont montré que le transfert des PCB de type dioxine est plus élevé que le transfert des PCDD/F.

3.2. Résidus

Outre les contaminants environnementaux, le Comité scientifique s'est également intéressé aux résidus de médicaments vétérinaires. L'emploi de médicaments vétérinaires est limité en aquaculture. L'analyse des résultats du plan de contrôle de l'AFSCA a montré que des résidus de médicaments interdits sont retrouvés dans les produits d'aquaculture, principalement dans les crevettes importées (annexe 2).

Pour le vert de malachite et les résidus de nitrofuranes (semicarbazide (SEM)), d'autres sources de contamination que l'emploi illégal de médicaments vétérinaires ont été identifiées. La présence de ces résidus dans les tissus comestibles de poissons peut résulter d'une contamination environnementale. Les sources chimiques de SEM identifiées sont présentées à l'annexe 2.

De plus, la méthode d'analyse utilisée en Belgique pour détecter le SEM ayant recours à une étape préalable de lavage n'est pas fiable à 100% puisqu'elle dépend de l'efficacité du lavage qui peut varier.

3.3. Nouvelles évolutions dans l'aquaculture

Avec la demande croissante des consommateurs et le déclin de la pêche maritime, l'aquaculture mondiale est en expansion. L'industrie de l'aquaculture devra répondre à une demande croissante. Les recherches sur la nutrition, le comportement et la santé animale devront permettre de fournir, la connaissance et la technique nécessaire pour assurer la croissance de l'industrie aquacole mondiale durable.

3.3.1. Evolution et adaptation du régime alimentaire des poissons

Les farines de poisson et les huiles de poisson sont les matières premières essentielles pour les industries productrices d'aliments pour l'aquaculture pour les poissons carnivores et dans une moindre mesure pour les poissons omnivores et les crevettes. Cependant, ces matières premières sont limitées. Afin de préserver les stocks naturels et contribuer au développement d'une aquaculture mondiale durable, des alternatives sont recherchées.

Les farines de poisson sont remplacées par des produits végétaux comme les concentrés protéiques de soja, gluten de maïs ou de blé, le soja, le colza, pois, lupin et blé.

La qualité diététique de la chair de poisson dépend de la qualité et de la nature des lipides qu'elle contient. Le poisson est riche en acides gras de la série des oméga 3. Les lipides et les huiles végétales sont plus riches en acides gras oméga 6. L'alimentation des poissons par des produits d'origine végétale peut conduire à une modification de la composition en acides gras du poisson d'élevage.

Les produits de la mer constituent une source importante des acides gras oméga 3 dans le régime alimentaire humain. Une modification de la composition en acides gras du poisson peut avoir des conséquences préjudiciables pour l'équilibre nutritionnel de l'homme.

La manipulation génétique offre de nouvelles perspectives. L'huile de plantes transgéniques permet de maintenir la qualité nutritionnelle du poisson sans recourir à l'emploi d'huile marine dont l'offre est limitée (Robert, 2005).

Des produits dérivés des industries de biocarburants, comme les tourteaux de colza, sont une source alternative d'aliments pour poissons.

Le secteur propose l'emploi de farine animale de toutes espèces confondues (à l'exception des farines de poisson) dans l'aquaculture comme alternative à l'emploi de farines de poisson. Le Comité scientifique attire l'attention sur le fait que les risques éventuels pour la santé publique devraient être évalués attentivement dans le cas où ces nouvelles pratiques seraient autorisées.

Le remplacement des produits à base de poissons par des protéines et des huiles végétales dans l'alimentation des poissons d'élevage peut contribuer à réduire les concentrations de certains contaminants tels que les dioxines et les PCB.

3.3.2. Evolutions et modifications dans le secteur de l'aquaculture

Plusieurs changements s'opèrent dans le secteur de l'aquaculture que ce soit au niveau belge ou au niveau mondial:

L'impact de l'alimentation est dominant pour le poisson d'élevage. Le lieu de prélèvement des poissons pour la fabrication de protéines animale est très important (différences importantes entre hémisphères Nord et Sud) et peut induire des différences dans les niveaux de contamination des produits d'aquaculture.

Des «novel foods» et des compléments alimentaires sont développés à partir des produits de l'aquaculture. Ainsi, des algues entrent dans la composition de «novel foods». Une série de compléments alimentaires à base d'huile de poisson riche en oméga 3 sont disponibles sur le marché.

L'aquaculture en Belgique est en pleine évolution. Des élevages de thon, tilapia, esturgeon ainsi que des élevages de moules se développent. Ces types d'élevages constituent des perspectives d'avenir pour l'aquaculture belge.

4. Conclusion et recommandations

Contaminants

Le Comité scientifique recommande d'augmenter le nombre d'analyses des PCB de type dioxine dans les aliments pour poissons. Ce contaminant est l'un des plus pertinent. Le transfert des PCB de type dioxine de l'alimentation vers les tissus comestibles du poisson

apparaît plus important que pour les dioxines. Il est important que les PCB de type dioxine soient contrôlés de la même manière que les dioxines. Le Comité scientifique propose que le nombre d'analyse de PCB de type dioxine soit au moins identique au nombre d'analyses de dioxines effectuées en 2006. Le Comité scientifique attire également l'attention sur le fait qu'il conviendrait de disposer de davantage de résultats d'analyses de dioxines et de PCB de type dioxine par une méthode quantitative (GC-HRMS¹) afin de pouvoir réaliser une estimation plus précise de l'exposition des consommateurs par les produits de l'aquaculture et de la pêche.

Résidus

Le Comité scientifique recommande de maintenir la pression sur le contrôle des résidus de médicaments dans les produits importés, en mettant l'accent sur l'analyse des résidus de nitrofuranes dans les crevettes provenant d'Asie.

Le Comité scientifique recommande d'être attentif à l'origine possible de la source de contamination lors de la constatation de la présence de vert de (leuco)malachite et de SEM. Le semicarbazide n'est pas le meilleur marqueur de l'emploi frauduleux de nitrofuranes. Le Comité scientifique recommande d'accorder plus d'importance à la recherche d'un biomarqueur plus pertinent.

Evolutions technologiques

Les techniques d'élevage et d'alimentation des poissons d'élevage évoluent. Le Comité scientifique est d'avis qu'il convient d'être attentif aux changements qui s'opèrent dans les techniques d'aquaculture et, en particulier, suite au recours à des régimes végétariens. En effet, si de telles évolutions peuvent aller de pair avec une diminution en certains contaminants d'origine environnementale (PCB, dioxines), il y a lieu, cependant, de tenir compte également de certains changements qui peuvent s'opérer sur la qualité nutritionnelle (profils en acides gras) et la sécurité alimentaire (contamination par certaines mycotoxines).

Le Comité scientifique suggère que les changements qui peuvent s'opérer sur la qualité nutritionnelle (profils en acides gras) du poisson soient analysés par le Conseil Supérieur de la Santé et par Nubel (Nutriments Belgique).

Interprétation des résultats

Le Comité scientifique recommande d'être critique dans l'interprétation des données de la littérature et la comparaison des résultats. Des informations pertinentes pour l'interprétation peuvent manquer.

Hites *et al.* (2004) comparent des teneurs en contaminants organiques dans le saumon d'élevage avec des teneurs en contaminants dans le saumon sauvage. Des différences de niveau de contamination pourraient résulter de variations du lieu de prélèvement; Atlantique et Pacifique, plus que du mode de production.

Traçabilité

Le Comité scientifique souligne l'importance de l'étiquetage des produits issus de l'aquaculture et de l'identification du pays d'origine. Il recommande de spécifier le lieu de production dans la programmation des contrôles de contaminants chimiques. L'impact de l'alimentation étant dominant pour le poisson d'élevage, le Comité scientifique recommande également de tenir compte de l'origine des protéines animales dans les aliments pour poissons. La contamination des poissons provient essentiellement de la pêche des poissons dans les zones polluées. La charge en contaminants des mers du nord est plus élevée que la charge en contaminants des mers du sud. La contamination, par des métaux lourds et des composés organiques, des poissons et des aliments pour poissons peut être liée au lieu de prélèvement. Le niveau de contamination par des métaux lourds et des composés organiques des poissons et des aliments pour poissons provenant des mers du nord pourrait être plus élevé.

Les poissons issus de l'aquaculture sont plus facilement retraçables que les poissons sauvages. Il en va de même pour les farines de poisson et les huiles de poisson.

¹ Gas chromatography- high resolution mass spectrometry

Importation des produits d'aquaculture

Une tendance à l'augmentation de l'importation des poissons d'élevage issus de pays lointains (ex. Sud-est Asiatique) est observée. Le contrôle de l'alimentation et du mode d'élevage des poissons importés n'est pas réalisable. A l'importation, seuls des contrôles sur la qualité sanitaire² peuvent être envisagés. Le Comité scientifique recommande, cependant, d'être attentif à l'alimentation et au mode de production utilisés dans les pays d'origine. Il souligne l'importance du contrôle des contaminants et des résidus de médicaments dans les produits importés.

Développements méthodologiques

Le Comité scientifique constate que l'emploi de méthodes de screening (méthode semi-quantitative) pour l'analyse de contaminants chimiques, comme les dioxines et PCB de type dioxine ainsi que les pesticides organochlorés, ne permet pas de réaliser une véritable estimation de l'exposition des consommateurs.

Le Comité scientifique propose i) d'augmenter la pertinence des analyses d'arsenic (As) en privilégiant les mesures des formes toxiques d'As plutôt que la mesure de l'As total, ii) de clarifier la méthode de dosage du SEM de façon à pouvoir faire une distinction claire entre forme libre et fixée et ainsi établir un lien non équivoque avec l'utilisation de nitrofuranes.

Pour le Comité scientifique,

Prof. Dr. Ir. André Huyghebaert.
Président

Bruxelles, le 03/03/2008

² La qualité sanitaire est l'ensemble des propriétés et des caractéristiques qui confèrent des garanties de salubrité et de sécurité.

Références

EFSA. 2005. Avis du groupe scientifique sur les contaminants de la chaîne alimentaire sur une question du parlement européen relative à l'évaluation de la sécurité du poisson sauvage et d'élevage. The EFSA journal (2005) 236.

Hastein T, Hjeltnes B, Lillehaug A, Utne Skare J, Berntssen M, Lundebye AK. 2006. Food safety Hazards that occur during the production stage: challenges for fish farming and the fishing industry. Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz., 2006 (25) (2) 607-625.

Hites RA Foran JA, Carpenter DO, Hamilton CM, Knuth BA, Schwager SJ. 2004. Global Assessment of Organic Contaminants in Farmed Salmon. Science Vol 303.

Robert SS. 2005. Production of eicosapentaenoic and docosahexaenoic acid-containing oils in transgenic land plants for human and aquaculture nutrition. Minireview Marine Biotechnology; volume 0, 1-7.

SCAN. 2000. Opinion of the Scientific Committee on Animal Nutrition on the Dioxin Contamination of feedingstuffs and their contribution to the contamination of food of animal origin. Adopted on 06 November 2000. European Commission.

Sioen I. 2007. The Nutritional-Toxicological Conflict related to seafood consumption. PhD-thesis Ghent University.

Membres du Comité scientifique

Le Comité scientifique est composé des membres suivants:

V. Baeten, D. Berkvens, C. Bragard, P. Daenens, G. Daube, J. Debevere, P. Delahaut, K. Dierick, R. Ducatelle, L. Herman, A. Huyghebaert, H. Imberechts, L. Pussemier, B. Schiffers, E. Thiry, J. Van Hoof, C. Van Peteghem

Remerciements

Le Comité scientifique remercie le secrétariat scientifique et les membres du groupe de travail pour la préparation du projet d'avis. Le groupe de travail était composé de:

Membres du Comité scientifique
Experts externes

L. Pussemier (rapporteur), A. Huyghebaert
P. Bossier, D. Delbare, G. Maghuin-Rogister,
J. Van Camp, W. Verbeke, K. Parmentier

Cadre juridique de l'avis

Loi du 4 février 2000 relative à la création de l'Agence fédérale pour la Sécurité de la Chaîne alimentaire, notamment l'article 8 ;

Arrêté royal du 19 mai 2000 relatif à la composition et au fonctionnement du Comité scientifique institué auprès de l'Agence fédérale pour la Sécurité de la Chaîne alimentaire;

Règlement d'ordre intérieur visé à l'article 3 de l'arrêté royal du 19 mai 2000 relatif à la composition et au fonctionnement du Comité scientifique institué auprès de l'Agence fédérale pour la Sécurité de la Chaîne alimentaire, approuvé par le Comité scientifique le 13 janvier 2006.

Disclaimer

Le Comité scientifique conserve à tout moment le droit de modifier cet avis si de nouvelles informations et données arrivent à sa disposition après la publication de cette version.

Annexe 1

L'aquaculture en Belgique

Table des matières

1. Introduction
 - 1.1. Définition
 2. Production
 - 2.1. Production mondiale de la pêche et de l'aquaculture
 - 2.2. Production européenne de la pêche et de l'aquaculture
 - 2.3. Production nationale
 - 2.3.1. Production aquacole en Belgique
 - 2.3.2. Production de la pêche en Belgique
 - 2.3.3. Importation et exportation des produits de la pêche
 - 2.4. Contaminants organiques et métaux lourds dans les produits de l'aquaculture
 - 2.5. Cahier des charges pour la production de poissons d'élevage
 - 2.6. Commercialisation et consommation de poisson
 3. Alimentation des poissons d'élevage
 - 3.1. Aliments pour poissons d'élevage
 - 3.2. Evolution et adaptation végétales
 - 3.3. Production d'aliments pour l'aquaculture
 - 3.4. Cahier des charges des producteurs d'aliments pour l'aquaculture
 - 3.5. Analyses des contaminants dans les aliments pour poissons
 - 3.6. Transfert des contaminants dans le poisson
 - 3.7. Comparaison des résultats d'analyses de l'AFSCA et de l'article de Hites *et al.* (2004)
 4. Conclusion
 5. Références bibliographiques
- Annexe: Limites maximales autorisées dans le poisson et dans les aliments pour poissons

1. Introduction

Le Comité scientifique de l'AFSCA a ouvert un dossier en auto-saisine sur les contaminants organiques et les métaux lourds dans le poisson, suite à un article paru dans la revue Science (Hites *et al.*, 2004) faisant état de concentrations en contaminants organochlorés significativement plus élevées dans le saumon d'élevage que dans le saumon sauvage. Dans cet article, une analyse de risques indique que la consommation de saumon d'élevage de l'Atlantique pose un risque de santé qui pourrait contrecarrer les effets bénéfiques de la consommation de poisson. Il existe d'autres informations indiquant que le poisson d'élevage pourrait poser un problème de bioaccumulation de polluants environnementaux (Easton *et al.*, 2002; Hastein *et al.*, 2006; Lubick, 2006).

Plusieurs réactions ont fait suite à l'article de Hites *et al.* (2004). Des auteurs (Lund *et al.* (2004); Rembold (2004); Stokastad (2004); Tuomisto *et al.* (2004); Weaver (2004)) ont indiqué les bienfaits de la consommation de poisson et la présence de contaminants organiques dans le saumon. Ils arrivent à la conclusion qu'il ne faut pas réduire la consommation de poisson, car il est bien connu que le poisson, et particulièrement le poisson gras (saumon), est une source importante d'acides gras à longue chaîne, favorables à la prévention des maladies cardio-vasculaires (Hastein *et al.*, 2006; Lubick, 2006). Un projet a été réalisé en Belgique sur l'estimation des risques - bénéfiques de la consommation de poisson marins (projet BELSPO CP/56, Willems *et al.*, 2006). Cette étude quantitative portait sur l'ingestion par la population belge de nutriments (LC n-3 PUFA (EPA et DHA), la vitamine D et l'iode) et de contaminants tels que le (méthyl)mercure, les PCB et les dioxines. D'autres études sur le risque bénéfique de la consommation de poisson ont été réalisées au Royaume-Uni (SCAN 2004) et ailleurs en Europe (Calipso (France),...).

Mais à l'inverse, il existe également des indications comme quoi le poisson, capturé à l'état sauvage dans les eaux intérieures, pourrait également, dans certains cas, poser de sérieux

problèmes d'accumulation de contaminants. Ainsi, Le Conseil Supérieur de la Santé a estimé le risque qu'un pêcheur sportif encourrait par la consommation d'anguilles. Les anguilles des eaux intérieures flamandes sont en effet assez fortement contaminées par les biphényles polychlorés (PCB). Il ressort que la consommation régulière d'anguilles pêchées dans les eaux intérieures flamandes comporte des risques pour la santé (avis CSH 7747). Une étude réalisée par l'ULg en 2003-2004 sur les poissons de rivière en Wallonie montre que les anguilles pêchées dans les cours d'eau wallons peuvent également contenir des teneurs élevées en dioxines et PCB (Bertand *et al.*, 2004). Il est actuellement recommandé de ne pas consommer des anguilles pêchées dans les rivières wallonnes. Une étude réalisée par le RIKILT et l'IMARES montre que, contrairement aux anguilles d'élevage, les anguilles pêchées dans les eaux intérieures néerlandaises sont contaminées par des dioxines et des PCB de type dioxine à des concentrations dépassant plusieurs fois la norme (VWA, 2007). L'acide perfluooctane sulfonique et d'autres polluants organo-halogénés ont été analysés dans le foie de 3 espèces de poisson d'eau douce en Flandre (Hoff *et al.*, 2005). Les compléments alimentaires composés d'une fraction enrichie en huile de poisson peuvent être une source d'exposition importante des consommateurs à l'égard de ces contaminants.

Ce document a pour objectif de présenter l'aquaculture en Belgique: production et alimentation des poissons d'élevage. Un état des lieux des contaminants organiques et des métaux lourds dans les aliments pour poissons et les produits de l'aquaculture sera donné.

1.1. Définition

Aquaculture: L'élevage ou la culture d'organismes aquatiques au moyen de techniques conçues pour porter la production de ces organismes au-delà des capacités naturelles de l'environnement et dans un cadre où lesdits organismes demeurent la propriété d'une ou plusieurs personnes physiques ou morales tout au long de leur phase d'élevage et de culture, et ce jusqu'au terme de la récolte (article 3 de la directive 2006/88/CE du Conseil du 24 octobre 2006 relative aux conditions de police sanitaire applicables aux animaux et aux produits d'aquaculture, et relative à la prévention de certaines maladies chez les animaux aquatiques et aux mesures de lutte contre ces maladies; JO L 328 du 24.11.2006, p. 14–56).

2. Production

2.1. Production mondiale de la pêche et de l'aquaculture

En 2005, la **production mondiale** de la pêche et de l'aquaculture cumulée atteignait environ les 142 millions de tonnes. La pêche stagne, tandis que l'aquaculture se développe. Le tableau 2.1.I présente la production et l'utilisation mondiale de la pêche pour les années 2000 à 2005.

Tableau 2.1.I Situation mondiale des pêches et de l'aquaculture: production et utilisation

	2000	2001	20002	2003	2004	2005 ¹
	<i>(millions de tonnes)</i>					
PRODUCTION						
PÊCHES CONTINENTALES						
Pêches de capture	8,8	8,9	8,8	9,0	9,2	9,6
Aquaculture	21,2	22,5	23,9	25,4	27,2	28,9
Total des pêches continentales	30,0	31,4	32,7	34,4	36,4	38,5
PÊCHES MARINES						
Pêches de capture	86,8	84,2	84,5	81,5	85,8	84,2
Aquaculture	14,3	15,4	16,5	17,3	18,3	18,9
Total des pêches marines	101,1	99,6	101,0	98,8	104,1	103,1
TOTAL DES PÊCHES DE CAPTURE	95,6	93,1	93,3	90,5	95,0	93,8
TOTAL DE L'AQUACULTURE	35,5	37,9	40,4	42,7	45,5	47,8
TOTAL MONDIAL DES PÊCHES	131,1	131,0	133,7	133,2	140,5	141,6
UTILISATION						
Consommation humaine	96,9	99,7	100,2	102,7	105,6	107,2
Utilisation à des fins non alimentaires						
Population (<i>milliards</i>)	6,1	6,1	6,2	6,3	6,4	6,5
Approvisionnements en poissons de consommation par habitant (kg)	16,0	16,2	16,01	16,3	16,6	16,6
<i>Note: Ces données n'incluent pas les plantes aquatiques.</i>						
¹ Estimation préliminaire.						

Source: La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture 2006, Première partie: Situation mondiale des pêches et de l'aquaculture Département des pêches et de l'aquaculture de la FAO Rome, 2007 <http://www.fao.org/docrep/009/A0699f/A0699F04.htm>

L'aquaculture est le secteur producteur d'aliments d'origine animale dont la croissance est la plus rapide, en particulier dans les pays en développement. À lui seul, ce secteur représente près d'un tiers de la distribution mondiale de produits halieutiques. La Chine et d'autres pays asiatiques sont de loin les plus grands producteurs. À la différence de l'agriculture où l'ensemble de la production se base sur un nombre d'espèces limité, l'aquaculture se fonde sur plus de 220 espèces parmi lesquelles les carpes et autres poissons de la même famille représentent le plus grand groupe en termes de quantité. Les autres groupes comprennent les mollusques et les plantes aquatiques. Les activités naissantes à croissance rapide sont par exemple l'élevage du cabillaud (également appelé «morue de l'Atlantique») et l'engraissement du thon sauvage capturé (Green Facts, 2005).

L'aquaculture est le seul moyen durable de satisfaire la demande croissante en produits halieutiques de la population (Rosenlund, 2004). La pêche du cabillaud de l'Atlantique a considérablement diminué. Elle est passée de 3,1 millions de tonnes en 1970 à 842.951 tonnes en 2005 (FAO, Fishstats 2006). En contrepartie, la production de jeunes cabillauds en Norvège est passée d'environ 200.000 tonnes en 2000 à 4 millions de tonnes en 2003 (Rosenlund, 2004).

Il est estimé que 30% de la consommation humaine de poisson provient de l'aquaculture (Hastein *et al.*, 2006).

2.2. Production européenne de la pêche et de l'aquaculture

En 2004, le secteur de l'aquaculture des 25 pays de l'Union Européenne (UE-25) a représenté 18,8% de la production totale de la pêche (estimée à 7 310 682 tonnes de poids vif). 78% de la production aquacole s'est faite en zone marine: 63% dans l'Atlantique et 16% dans la Méditerranée. Les zones terrestres n'intervenant que pour 22% de la production. Les poissons et les mollusques représentaient respectivement 45% et 55% de la production aquacole totale (Cross, 2006).

Durant la période 1993–1999, la production aquacole de l'Union Européenne des 25 (UE-25) a augmenté de 46%, passant de 970 milles tonnes à 1,4 millions de tonnes. La production ultérieure s'est ensuite relativement stabilisée à 1,4 millions de tonnes (Cross, 2006).

La Norvège est le plus grand producteur aquacole d'Europe (637.993 tonnes de poids vif en 2004). Avec une production de 365 milles tonnes en 2004, l'Espagne représente le principal producteur aquacole (26%) de l'UE-25, suivi de la France (244 milles tonnes, 18%) et du Royaume-Uni (207 mille tonnes, 15%). Les États membres de l'UE-15 assurent 94% de la production de l'UE-25 (Cross, 2006).

Les principales espèces élevées au niveau de l'UE-25 sont la moule bleue (*Mytilus edulis*) et la truite arc-en-ciel (*Onchorynchus mykiss*) qui ensemble représentent 52% de la production totale (Cross, 2006).

2.3. Production nationale

La production belge de poisson pour la consommation humaine est estimée à 15.653 tonnes de poids frais pour 2001 (FAO, 2005ab). La production de poissons pour un usage non alimentaire est estimée à 16.186 tonnes. Les importations sont estimées à 426.053 tonnes et les exportations sont estimées à 223.019 tonnes de poids vivant (FAO, 2005ab).

D'après Eurostat, la production totale de la pêche en Belgique est passée de 31.678 tonnes en 2000 à 27.774 tonnes en 2004.

2.3.1. Production aquacole en Belgique

La production aquacole en Belgique est plutôt petite, approximativement 1.600 tonnes en 2002. Les espèces produites sont les truites, les carpes, les tilapias, les anguilles européennes, les loups (bars) (seulement expérimental), l'esturgeon et le poisson-chat (FAO, 2005b). La production aquacole en Belgique, avant 2004, se faisait uniquement dans des eaux intérieures (Cross, 2006). Des zones de production de moules se sont établies à la Mer

du Nord. La première production a été mise en vente en août 2006. La production d'huîtres a aussi débuté. La production aquacole en Belgique est passée de 1871 tonnes de poids vif en 2000 à 1200 tonnes de poids vif en 2004 (Cross, 2006; FAO, 2005b). La production aquacole représente 4,3% de la production totale de la pêche (Cross, 2006). Celle-ci est uniquement constituée de poissons. Les principales espèces produites en Belgique sont la truite arc-en-ciel qui représente 33% du total et la carpe commune qui représente également 33% du total (Cross, 2006).

Le nombre de piscicultures (salmonicultures) enregistré par l'AFSCA en 2004 était de 119 (rapport d'activités 2004 de l'AFSCA). 99 salmonicultures enregistrées ont été dénombrées en 2005 (rapport d'activités 2005 de l'AFSCA) et 97 en 2006 (rapport d'activités 2006 de l'AFSCA). Depuis 2006, toutes les piscicultures doivent être enregistrées.

La capture dans les eaux publiques était estimée à +/- 497 T en 1985 et à +/- 498 T en 1986. La production de truites en pisciculture était estimée à +/- 500 tonnes en 1985 et à +/- 650 T en 1986. La production de cyprinidés et voraces était quant à elle estimée à +/- 575 T en 1985 et à +/- 575 T en 1986 (FAO, 1986).

La Belgique est un important importateur de poissons d'élevage. A l'opposé des importations de viande, la Belgique importe 4 fois plus de poissons qu'elle n'en exporte. Les scampis et les crevettes roses proviennent entre autre de Thaïlande et d'Indonésie. Il y a une évolution dans les lieux d'importation.

2.3.2. Production de la pêche en Belgique

Selon le rapport d'activités de l'AFSCA, les apports de poisson dans les minques belges (Nieupoort, Ostende, Zeebrugge) étaient de 20.147 tonnes en 2006, 21.698 tonnes en 2005 et de 22.723 tonnes en 2004. Les bateaux belges amènent principalement des poissons comme la plie, la sole, la raie et le cabillaud (CCE, 2005).

Il ressort d'un rapport de la FAO (2005) qu'il n'y a plus de pêche professionnelle en Belgique dans les eaux intérieures (lacs, rivières). La seule pêche est la pêche récréative à la ligne exercée dans les cours d'eau, les canaux et les eaux fermées publiques et privées.

2.3.3. Importation et exportation des produits de la pêche

Le volume importé de poisson et de produits de la pêche s'élevait à 280.287 tonnes en 2004. Les filets de poisson avec 27% restent le principal produit à l'importation. Les exportations de poisson et de produits de poisson se sont élevées en 2004 à 145.894 tonnes. Les principaux débouchés restent la France et les Pays-Bas avec respectivement 32,4% et 30,3% du volume total des exportations (CCE, 2005).

Les poissons d'eau douce sont importés du Vietnam, d'Indonésie, d'Ouganda et de Thaïlande. Les filets de cabillaud congelés proviennent de St Pierre et Miquelon et d'Islande; les filets de poisson d'eau douce autre que le saumon et la truite proviennent du Vietnam; des filets de cabillaud frais ou rafraîchi proviennent d'Islande et d'Alaska, des filets de Colin, congelés proviennent des Etats-Unis (CCE, 2005).

Les importations de crustacés concernent essentiellement des crevettes surgelées de l'espèce «Penaeus», importées d'Equateur, d'Inde et du Pakistan. D'autre part, les importations de crevettes de l'espèce «Crangon» proviennent des Pays-Bas (CCE, 2005).

2.4. Contaminants organiques et métaux lourds dans le poisson

Le poisson peut contribuer de manière significative à une exposition alimentaire à certains contaminants, notamment le méthylmercure, les composés organochlorés persistants, les ignifuges bromés, et les composés organostanniques. Les composés les plus importants parmi ceux-ci sont le méthylmercure et les composés de type dioxine, pour lesquels les grands consommateurs de certains poissons peuvent dépasser la dose provisoire

hebdomadaire tolérable (*provisional tolerable weekly intake*, PTWI), même sans tenir compte d'autres sources d'exposition alimentaire (EFSA, 2005; Hastein *et al.*, 2006).

L'espèce, la saison, l'alimentation, la localisation, le stade de développement et l'âge des poissons ont un impact sur les concentrations de contaminants (EFSA, 2005; Hastein *et al.*, 2006). Les contaminants décelés dans le poisson proviennent principalement de leur alimentation, et les concentrations des contaminants subissant une bioaccumulation sont plus élevées dans les poissons qui se situent à un niveau supérieur dans la chaîne trophique (EFSA, 2005).

Le contenu en dioxines dans le poisson est généralement très élevé comparés aux autres denrées alimentaires. Cependant, le niveau varie considérablement pour deux raisons. Premièrement, la contamination par des dioxines diffère d'une zone à l'autre. Deuxièmement, le niveau dépend du contenu en graisse du poisson qui varie extrêmement d'une espèce à l'autre (entre 0,04% pour le brochet et 40% pour les anguilles) et aussi d'une saison à l'autre. Les PCDD/PCDF s'accumulent dans les tissus gras, la différence de quantité de graisse peut causer des grandes variations sur les concentrations en dioxines quand exprimées par rapport au poids frais ou sur base de la matière grasse (SCAN, 2000).

Les analyses effectuées par l'AFSCA dans les produits de l'aquaculture sont planifiées sur base de la Directive 96/23/CE du Conseil, du 29 avril 1996, relative aux mesures de contrôle à mettre en œuvre à l'égard de certaines substances et de leurs résidus dans les animaux vivants et leurs produits et abrogeant les Directives 85/358/CEE et 86/469/CEE et les Décisions 89/187/CEE et 91/664/CEE (*JO L 125 du 23.5.1996, p. 10–32*).

En 2005, il n'y a pas eu de non-conformité pour les dioxines dans les produits de la pêche et de l'aquaculture échantillonnés dans le secteur de la distribution et transformation. Deux non-conformités ont été observées pour des lots de poissons aux postes d'inspection frontaliers.

Le tableau 2.4.I. présente le nombre échantillons prélevés et le nombre d'échantillons non-conformes pour 2004, 2005 et 2006 dans les produits de l'aquaculture belge. Les résultats des analyses effectuées en 2005 et 2006 sont présentés au tableau 2.4.II. Les teneurs maximales autorisées actuelles sont reprises à l'annexe.

Tableau 2.4.I: Echantillons prélevés et échantillons non-conformes pour les contaminants chimiques analysés dans les produits de l'aquaculture belge en 2004, 2005 et 2006

	2004		2005		2006	
	Echantillons prélevés	Echantillons non conformes	Echantillons prélevés	Echantillons non conformes	Echantillons prélevés	Echantillons non conformes
Dioxines (PCDD/F)	3	0	10	0	9	0
PCB marqueurs	26	0	29	0	5	0
PCB de type dioxine				0	9	0
Cadmium	16	0	23	0	20	0
Plomb	16	0	23	0	20	0
Ochratoxine A	1	0	9	0		
Pesticides organochlorés	12	0	20	0	18	0
Pesticides organophosphorés	0		0		0	

Les échantillons ont été prélevés dans les piscicultures belges. Ce sont essentiellement des salmonidés adultes (truites) qui sont analysés. Aucune non-conformité n'a été observée en 2004, 2005 et 2006.

Tableau 2.4.II: Résultats des analyses des contaminants chimiques dans les produits de l'aquaculture belge en 2005 et 2006

	2005			2006		
	nb<LOQ	Concentration		nb<LOQ	Concentration	
		Médiane	Etendue		Médiane	Etendue
Dioxines (PCDD/F) (Calux)	9	1 pg TEQ/g poisson	1-1,46 pg TEQ/g poisson	5	1 pg TEQ/g poisson	1-1,78 pg TEQ/g poisson
PCB marqueurs	29	<35 ng/g produit		5	<35 ng/g produit	
PCB de type dioxine (Calux)				8	2 pg TEQ/g poisson	1-2,56 pg TEQ/g poisson
Cadmium	21	0,01 mg/kg	0,01-0,012 mg/kg	20	<0,01 mg/kg	
Plomb	18	0,02 mg/kg	0,02-0,096 mg/kg	17	0,02 mg/kg	0,02-0,077 mg/kg
Ochratoxine A	8	0,3 µg/kg	0,3-0,69 µg/kg			
Pesticides organochlorés (concentration exprimée en mg/kg produit)						
a-HCH	20	<0,001		20	<0,001	
HCB	18	0,001		20	0,001	
b-HCH	19	0,001	0,001-0,002	16	0,001	0,001-0,004
lindane	19	0,001	0,001-0,005	19	0,001	0,001-0,003
heptachlore	20	<0,002		20	<0,002	
dieldrine	19	0,002	0,002-0,012	20	<0,002	
DDT	13	0,005	0,001-0,005	19	0,005	0,004-0,005
chlordane	19	0,002	0,001-0,002	20	<0,002	
endrine	20	<0,002		20	<0,002	

Les résultats d'analyses obtenus pour 2005 et 2006 sont semblables et proches des limites de quantification. Les concentrations en dioxines mesurées sont faibles.

Les deux tableaux suivants montrent les résultats des analyses de contaminants effectuées en 2005 et 2006 sur les produits de la pêche et de l'aquaculture provenant des pays tiers et sur les produits de la pêche provenant de Belgique. Les espèces de poissons, crustacés et bivalves analysés sont entre autres: requin, cabillaud, anguille, plie, raie, turbot, thon, saumon, merlan, perche, l'espadon, calamar, gambas, crevette, coquille Saint Jacques, écrevisse, huître et mollusque cru.

Dans le tableau 2.4.III, il n'y pas de distinction entre les produits de l'aquaculture et de la pêche. La proportion de produits provenant de l'aquaculture ne peut être déterminée.

Tableau 2.4.III: Résultats des analyses des contaminants chimiques dans les produits de la pêche et de l'aquaculture provenant des pays tiers et contrôlés aux postes d'inspection frontaliers en 2005 et 2006

	2005			2006		
	Nombre	Concentration		Nombre	Concentration	
		Médiane	Etendue		Médiane	Etendue
Dioxines (PCDD/F) (Calux)	57	1 pg TEQ/g poisson	0,76-2,3 pg TEQ/g poisson	82	1 pg TEQ/g poisson	0,25-13,54 pg TEQ/g poisson
PCB marqueurs	57	<35 ng/g produits		55	35 ng/g produits	35-187 ng/g produits
PCB de type dioxine (Calux)	46	1 pg TEQ/g poisson	1-1,14 pg TEQ/g poisson	30	2 pg TEQ/g poisson	1-10,36 pg TEQ/g poisson
HAP: Benzo(a)pyrène				58	1 µg B(a)P/kg	1-26 µg B(a)P/kg
Arsenic	78	0,34 mg/kg	0,012-48,48 mg/kg	45	0,4 mg/kg	0,012-8,24 mg/kg
Cadmium	113	0,01 mg/kg	0,01-1,15 mg/kg	116	0,05 mg/kg	0,0052-1,225 mg/kg
Mercure	78	0,045 mg/kg	0,003-1,5 mg/kg	131	0,05 mg/kg	0,01-1,85 mg/kg
Plomb	79	0,02 mg/kg	0,02-0,34 mg/kg	124	0,05 mg/kg	0,013-0,11 mg/kg
Pesticides organochlorés (concentration exprimée en mg/kg produit)						
a-HCH	77	0,001	0,001-0,009	41	<0,001	
HCB	77	0,001	0,001-0,002	41	<0,001	
b-HCH	77	0,001	0,001-0,059	41	0,001	0,001-0,008
Lindane	77	0,001	0,001-0,004	41	<0,001	
Heptachlore	77	<0,002		41	0,002	0,001-0,003
Dieldrine	77	0,002	0,001-0,01	41	0,002	0,001-0,011
DDT	77	0,005	0,001-0,046	41	0,005	0,001-0,026
Chlordane	77	0,002	0,001-0,005	41	0,002	0,001-0,015
Endrine	77	0,002	0,002-0,003	41	0,002	0,001-0,002

Un échantillon de crustacés dépassait la teneur maximale autorisée pour les dioxines et les PCB de type dioxine. Les concentrations en arsenic sont élevées. Les teneurs maximales autorisées pour les métaux lourds sont fonction des espèces de poisson. Deux dépassements de la teneur maximale autorisée pour le mercure ont été observés en 2005 dans un espadon et une gonnelle provenant de Taiwan. Trois dépassements ont été observés en 2006 dans 2 espadons et 1 requin. Aucun dépassement n'a été observé pour le plomb. Les concentrations en pesticides organochlorés mesurées sont pour la plupart inférieures à la limite de quantification.

Tableau 2.4.IV: Résultats des analyses des contaminants chimiques dans les produits de la pêche analysés en Belgique en 2005 et 2006.

	2005			2006		
	Nombre	Concentration		Nombre	Concentration	
		Médiane	Etendue		Médiane	Etendue
Dioxines (PCDD/F) (Calux)	100	1 pg TEQ/g poisson	0,52-2,89 pg TEQ/g poisson	74	1 pg TEQ/g poisson	1-4,73 pg TEQ/g poisson
PCB marqueurs	101	<35 ng/g produits		41	<35 ng/g produits	
PCB de type dioxine (Calux)	99	1 pg TEQ/g poisson	1-5,99 pg TEQ/g poisson	59	2 pg TEQ/g poisson	0,5-4,38 pg TEQ/g poisson
HAP: Benzo(a)pyène	22	<1 µg B(a)P/kg		60	<1 µg B(a)P/kg	
Arsenic	90	6,5 mg/kg	0,017-69,27 mg/kg	71	6,17 mg/kg	0,032-39,7 mg/kg
Cadmium	187	0,04 mg/kg	0,001-16,5 mg/kg	56	0,01 mg/kg	0,003-5,062 mg/kg
Mercure	89	0,07 mg/kg	0,0099-0,919 mg/kg	38	0,056 mg/kg	0,0081-0,31 mg/kg
Plomb	89	0,02 mg/kg	0,012-0,519 mg/kg	62	0,02 mg/kg	0,013-0,26 mg/kg
Pesticides organochlorés (concentration exprimée en mg/kg produit)						
a-HCH	99	<0,001		56	<0,001	
HCB	99	<0,001		56	<0,001	
b-HCH	99	0,001	0,001-0,003	56	0,001	0,001-0,004
Lindane	99	<0,001		56	0,001	0,001-0,003
Heptachlore	99	<0,002		56	<0,002	
Dieldrine	99	0,002	0,001-0,002	56	0,002	0,002-0,008
DDT	99	0,005	0,001-0,038	56	0,005	0,002-0,013
Chlordane	99	0,002	0,001-0,005	56	0,002	0,002-0,009
Endrine	99	0,002	0,001-0,002	56	0,002	0,001-0,002

Les teneurs en contaminants chimiques dans les produits de la pêche et de l'aquaculture provenant des pays tiers et dans les produits de la pêche analysés en Belgique en 2005 et 2006 sont du même ordre de grandeur. Les teneurs en cadmium et en arsenic sont cependant plus élevées dans les produits de la pêche belge.

Les concentrations en contaminants présentées au tableau 2.4.II (produits de l'aquaculture belge) sont du même ordre de grandeur que les concentrations en contaminants présentés dans les tableaux 2.4.III et 2.4.IV.

2.5. Cahier des charges pour la production de poissons d'élevage

Le Comité scientifique s'est intéressé à la production de la truite ardennaise suite à une campagne publicitaire faisant état d'une filière d'élevage qui suivrait des prescriptions très strictes.

Le cahier des charges mentionne que le niveau de dioxines dans les aliments doit être conforme à la réglementation. Les résultats d'analyses des dioxines du fabricant (plan d'échantillonnage) sont demandés. Les analyses chimiques des contaminants effectuées sur la truite fraîche sont l'analyse des médicaments bactéricides (1 x par mois), des métaux lourds (plomb, cadmium, mercure) (1 x par trimestre), des sulfamides, de la tétracycline, du

vert de malachite (recherche et quantification en cas de test positif pour médicaments bactéricides), des PCB (1 x par trimestre) et des dioxines (1 x par an). Des analyses de nitrosamines et polyphénols sont réalisées une fois par an sur la truite fumée.

2.6. Commercialisation et consommation de poisson

Le poisson étant une denrée hautement périssable, plus de 90% des produits commercialisés à base de poisson sont transformés (c'est-à-dire congelés, mis en conserve ou fumés). Les produits dérivés de l'aquaculture représentent une part croissante du commerce international de produits de la pêche.

Les principaux segments de marché pour les produits de la pêche concernent notamment le saumon, le thon d'autres poissons, la crevette, le calmar et le poulpe, ainsi que la farine de poisson utilisée pour nourrir les animaux (Green Facts, 2005).

Le poisson est principalement consommé frais ou transformé sous forme congelée, en conserve ou fumé. Plus des trois quarts de la production mondiale de poisson sont consommés par l'homme. Le reste sert pour la plupart à nourrir les animaux principalement sous forme de farines de poisson (Green Facts, 2005).

La consommation de poisson et de fruits de mer peut varier fortement selon les régions du monde, représentant de 1 kg à plus de 100 kg par an et par personne. La consommation moyenne mondiale de poisson a atteint 16,2 kg par personne en 2002. La production et la consommation par personne sont particulièrement élevées en Chine et dans d'autres pays d'Asie (Green Facts, 2005).

La consommation belge de poissons pêchés, avec environ 20 kg/an, est stable. En terme de volume, la consommation de crustacée domine (FAO, 2005b).

Environ les deux tiers des poissons consommés dans l'UE sont capturés dans le milieu sauvage (EFSA, 2005).

La consommation habituelle de poissons, crustacés et coquillages en Belgique est présentée au tableau 2.6.I pour différentes tranches d'âges de la population de plus de 15 ans. L'apport journalier moyen de poissons dans la population générale de plus de 15 ans est de 17,9 g/jour et le percentile 97,5 est de 52,5 g/jour (tableau 2.6.II). La tranche d'âge où la consommation est la plus élevée est celle de 60-74 ans, aussi bien chez les femmes (21,7 g/jour) que chez les hommes (25,6 g/jour). La consommation journalière moyenne est significativement plus élevée en Flandre (19,2 g/jour) qu'en Wallonie et à Bruxelles (16,2 g/jour) (Enquête de consommation alimentaire, Belgique, 2004).

Tableau 2.6. I: Consommation habituelle belge de poissons, crustacés et coquillages, exprimée en g/jour, par tranches d'âges de la population (Enquête de consommation alimentaire, Belgique, 2004)

Tranche d'âges	Moyenne	Déviati on standard	P50	P97,5
<18 ans	12,8	10,0	11,3	36,2
19-59 ans	23,5	10,6	23	45,8
60-74 ans	26,7	17,6	23,7	68,5
>75 ans	23,9	18,2	21,2	66,2
Total	23,9	13,7	22,1	55,6

Tableau 2.6.II : Consommation habituelle belge de poissons, exprimée en g/jour, par tranches d'âges de la population (Enquête de consommation alimentaire, Belgique, 2004)

Tranche d'âges	Moyenne	Déviati on standard	P50	P97,5
<18 ans	9,4	11,2	6	39,9
19-59 ans	17,1	12,8	14,1	50
60-74 ans	22,4	14,7	19,8	57,6
>75 ans	18,2	16,4	15	58,4
Total	17,9	13,6	14,7	52,5

2.7. Différentes pratiques d'élevages

L'aquaculture belge est essentiellement composée de truites qui sont élevées en piscicultures. La durée d'élevage de la truite est de 7-8 mois, voire un an pour les truites artisanales. La durée de l'élevage du saumon est de 20 à 30 mois. Cette différence de temps d'élevage induit que la charge en contaminant dans le saumon d'élevage peut être plus élevée que dans la truite.

L'élevage intégré combine l'élevage intensif d'animaux (en particulier les cochons et les volailles) et l'aquaculture. Les déchets des poissons sont une source d'aliments pour les poissons dans de tels systèmes de production (Halstein *et al.*, 2006). L'élevage intégré peut être une voie de transmission des gènes de résistances aux bactéries du poisson à l'homme.

3. Alimentation des poissons d'élevage

La nutrition et une alimentation adéquate sont importantes dans l'élevage de poissons en captivité.

3.1. Aliments pour poissons d'élevage

Les aliments pour poissons sont constitués de farine de poisson, d'huile de poisson et de végétaux. Chacun de ces matériaux varie en fonction du poisson cible (SCAN, 2000). Le tableau 3.1.I donne un descriptif du régime habituel pour les espèces de poissons omnivores et carnivores. La farine de poisson et l'huile de poisson sont des ingrédients essentiels pour les industries productrices d'aliments pour l'aquaculture pour les poissons carnivores et dans une moindre mesure pour les poissons omnivores et les espèces de crevettes. En 1992, 61,2% de la farine de poisson utilisée en aquaculture était consommée par des espèces de poissons carnivores comme le saumon, la truite, l'anguille, et la daurade, 32% par des crevettes et 6,8% par des espèces omnivores (Tacon, 1993).

La plupart des poissons élevés en pisciculture dans l'UE sont des espèces carnivores (truite, turbot, bar, daurade) dont l'alimentation est constituée de farines et d'huiles de poisson provenant de la pêche en mer pour respecter les besoins naturels des poissons (INRA, 2004).

Les farines de poisson sont riches en protéines. Elles constituent de 30 à 50% des protéines des aliments du poisson. La farine de poisson de qualité supérieure est fabriquée à partir de poissons osseux pélagiques de petite taille qui, en général, ne sont pas destinés à l'alimentation humaine. Ces poissons sont cuits, pressés et le gâteau de presse (en général additionné de solubles de poissons concentrés) est séché à basse température, moulu finement et stabilisé avec un antioxydant (Aquaculture Canada, 2005).

Il y a plusieurs qualités de farines de poisson sur le marché, liées à la qualité originale du poisson, au niveau de cendre dans la farine et au type de procédé utilisé. La fraîcheur du poisson est un facteur important. Le deuxième facteur le plus important pour la qualité nutritionnelle est le type de matière première utilisée (poisson entier ou sous-produits). Le type de poisson n'est pas nécessairement un facteur important pour la qualité des produits (Bureau and Cho, 2005). Le prix a une influence sur le mode d'alimentation des poissons. Une augmentation du prix des farines de poisson peut conduire à des changements de fournisseurs, à des changements de techniques de production, à l'utilisation d'aliments alternatifs (végétaux (soja)).

Tableau 3.1.I: Description du régime habituel pour les espèces de poissons omnivores et carnivores en % (source: SCAN, 2000)

Aliments	Espèces omnivores (%)	Espèces carnivores (%)
Céréales	30	11
Sous produits d'origine végétale : - Farine de graines d'huile	56	7
Sous produits d'origine végétale : - Farine de maïs gluten	-	5
Farine de poisson	10	50
Huile de poisson	2	25
Premix*	2	2

*inclus minéraux, éléments de traces, vitamines, protéines et autres additifs alimentaires

3.2. Evolution et adaptations vers un régime alimentaire végétarien

Les matières premières marines comme la farine et l'huile de poisson sont les matières premières dominantes dans l'alimentation des espèces telles que le saumon et le cabillaud. Cependant, ces sources de matières premières sont limitées (Rosenlund, 2004). Afin de préserver les stocks naturels et contribuer au développement d'une aquaculture durable, une grande partie des farines de poisson dans les aliments peuvent être remplacées par des produits végétaux: soit par des sources uniques (concentrés protéiques de soja, gluten de blé ou de maïs), soit avec un mélange de matières premières d'origine végétale (blé, soja, colza, pois, lupin) (INRA, 2001). Cette alimentation d'origine végétale n'affecte ni la croissance, ni la qualité de la chair du poisson. Il est cependant nécessaire de la compléter avec certains acides aminés, moins présents dans les protéines végétales que dans les protéines de la farine de poisson (INRA, 2004).

Il y a une tendance à diminuer l'emploi de la farine de poisson et de l'huile de poisson dans les fermes de poisson par l'utilisation d'huile de graines de plantes comme la farine de soja et, dans une moindre mesure par l'emploi de single cell proteins (SCAN, 2000). Cependant, les poissons ayant une capacité de digestion différente de celles des animaux terrestres, beaucoup d'aliments, particulièrement les céréales et leurs produits qui contiennent des niveaux en amidon et en fibres élevés sont très peu digérés par les poissons carnivores (Bureau and Cho, 2005). Le soja est bien connu pour causer des entérites chez le saumon (Rosenlund, 2004).

Les produits de la mer constituent la source principale des acides gras polyinsaturés à longue chaîne oméga-3 (LC-PUFA) dans le régime alimentaire humain. La qualité diététique de la chair de poisson dépend de la quantité et de la nature des lipides qu'elle contient. Le poisson est notamment riche en acide gras de la série des oméga 3. Les lipides des huiles végétales sont plus riches en acide gras de la série des oméga 6. Afin de maintenir le statut nutritionnel des produits de la mer, les aliments pour l'aquaculture basés sur des huiles dérivées de plantes doivent maintenir un niveau élevé en acides gras oméga 3 dans la chair de poisson (Robert, 2005). Il est possible d'utiliser l'huile de lin ou de soja pendant la phase de croissance du poisson et de n'utiliser l'huile de poisson qu'à la fin de la période d'élevage, pour rétablir la composition naturelle de la chair de poisson en acide gras de la série des oméga 3 (INRA, 2001). L'huile de colza et l'huile de soja ont des niveaux en acide eicosapentaénoïque (EPA) comparable à l'huile de poisson, cependant, le niveau d'acide docosahexaénoïque (DHA) est plus bas (Robert, 2005). Dans les aliments formulés pour le saumon de l'Atlantique, par exemple, le remplacement de l'huile de poisson par de l'huile de plantes transgéniques permet de maintenir la qualité nutritionnelle du poisson, sans recourir à un aliment de finition à base d'huile de poisson (Robert, 2005).

Le remplacement des produits à base de poisson par des protéines et des huiles végétales dans l'alimentation des poissons d'élevage, ainsi que les procédures de décontamination peuvent constituer des moyens éventuels pour réduire les concentrations de certains contaminants. Cependant, la modification du taux d'huile de poisson dans l'alimentation peut modifier la composition en acides gras et, en particulier, réduire les concentrations en LC-PUFA oméga-3 chez le poisson d'élevage (EFSA, 2005).

3.3. Production d'aliments pour l'aquaculture

La société Nutreco dispose d'une unité d'aliments pour saumon sous le nom de Skretting Salmon Feed. Cette unité présente en Norvège, au Chili, au Royaume Uni, en Irlande et au Canada, produit 40% des besoins mondiaux pour l'alimentation des saumons.

Le Danemark est le plus grand producteur de farine de poisson dans l'Union Européenne (260 000 tonnes), suivi de l'Espagne (135.000 tonnes) et du Royaume Uni (51.000 tonnes) (SCAN, 2000). Le volume total de farine de poisson utilisé en Europe était de 1.410.000 tonnes en 1997 (SCAN, 2000).

En 2000, environ 15 millions de tonnes d'aliments ont été produits pour l'aquaculture, utilisant approximativement 2,4 millions de tonnes de farine de poisson et 550.000 tonnes d'huile de poisson (EFSA, 2005).

3.4. Cahier des charges des producteurs d'aliments pour l'aquaculture

Les considérations pratiques sont: le prix des ingrédients, leur disponibilité, les facteurs anti-nutritionnels, la pelletisation du mélange et le stockage et la manipulation requise.

La première considération pour la formulation et la production d'un aliment est la qualité des ingrédients. Les critères de qualité pour les ingrédients doivent être respectés pour assurer que le produit final soit de qualité consistante et que les effets délétères soient évités. La composition chimique (substances nutritives, énergie, facteur antinutritionnels, contaminants) des ingrédients joue un rôle déterminant dans la qualité. Cependant, les aspects biologiques, comme la digestibilité et l'utilisation de nutriments, sont plus importants et souvent négligés (Bureau and Cho, 2005).

3.5. Analyses des contaminants dans les aliments pour poissons

Le poisson peut être identifié comme une source importante de contamination des aliments par des dioxines, PCB et PCB de type dioxine. Selon un rapport du SCAN (2000), la concentration mesurée dans la farine de poisson originaire d'Europe (concentration en PCDD/F varie de 0,3 à 47 ng WHO TEQ/kg graisse) est 8 fois plus élevée que celle provenant du Pacifique Sud (Chili et Pérou) (concentration en PCDD/F varie 0,18-2,1 ng WHO TEQ/kg graisse). Pour ces contaminants, la situation de l'huile de poisson est similaire à celle de la farine de poisson: niveau de contamination plus élevé en Europe (concentration moyenne 4,8 ng WHO-TEQ/kg graisse) comparé au Pacifique Sud (concentration moyenne 0,61 ng WHO-TEQ/kg graisse).

Le tableau 3.5.I présente, par contaminant, les concentrations moyennes, l'étendue et le nombre d'analyses effectuées dans le cadre des contrôles de l'AFSCA dans les aliments complets pour poisson.

Tableau 3.5.I: Par contaminant, la concentration moyenne, l'étendue et le nombre d'analyses effectuées par l'AFSCA en 2004, 2005 et 2006 dans les aliments complets pour poisson

Polluant		2004	2005	2006
Arsenic	Nombre d'analyses	0	4	4
	Médiane (mg/kg)		0,17	0,115
	Etendue (mg/kg)		0,1-2,9	0,1-0,32
Cadmium	Nombre d'analyses	0	2	0
	Médiane (mg/kg)		0,225	
	Etendue (mg/kg)		0,14-0,31	
Mercure	Nombre d'analyses	0	20	2
	Médiane (mg/kg)		0,06	0,11
	Etendue (mg/kg)		0,0006-0,12	0,1-0,11
Dioxines (17 PCDD/F)	Nombre d'analyses	7	41	42
	Médiane (ng TEQ/kg produits)	0,56	0,50	0,33
	Etendue (ng TEQ/kg produits)	0,25-1,03	0,25-1,06	0,25-1,31
PCB de type dioxine	Nombre d'analyses	2	8	2
	Médiane (ng OMS-TEQ/kg produits)	0,78	0,50	0,73
	Etendue (ng OMS-TEQ/kg produits)	0,12-1,44	0,5-1,38	0,53-0,92
PCB marqueurs	Nombre d'analyses	31	40	63
	Médiane (ng/g graisse upperbound)	89	87,5	70
	Etendue (ng/g graisse upperbound)	70-118	70-168	70-230

Aucune non conformité n'a été observée. Les concentrations en dioxines mesurées dans les aliments pour poissons se situent dans la gamme des concentrations de dioxines rapportées par le SCAN (2000) dans la farine de poisson originaire d'Europe (0,04-5,6 ng OMS TEQ/kg matière sèche, moyenne (1,2 ng TEQ/kg MS). La concentration moyenne mesurée est plus faible.

L'analyse des dioxines et des PCB de type dioxine est réalisée par une méthode de screening (CALUX). Si nécessaire, le résultat est confirmé par une méthode chimique (GC-HRMS).

Le tableau 3.5.II présente, par contaminant, le nombre d'analyses et le nombre de non conformités en 2004, 2005 et 2006 dans le poisson, autres animaux marins et leurs sous produits destinés à l'alimentation animale. Deux dépassements des teneurs en dioxines et PCB de type dioxine ont été observés en 2004. Un dépassement des teneurs en PCB de type dioxine a été observé en 2006.

Tableau 3.5.II: Par contaminant, le nombre d'analyses et le nombre de non conformités en 2004, 2005 et 2006 dans le poisson, autres animaux marins et leurs sous produits destinés à l'alimentation animale

Polluant	2004		2005		2006	
	Nombre d'échantillons	Nombre de non conformités	Nombre d'échantillons	Nombre de non conformités	Nombre d'échantillons	Nombre de non conformités
Arsenic	7	0	0	0	0	0
Cadmium	9	0	1	0	0	0
Plomb	12	0	0	0	0	0
Mercure	14	0	80	0	34	0
Dioxines (17 PCDD/F)	7	1	44	0	58	0
PCB de type dioxine	3	1	10	0	6	1
PCB marqueurs	38	1	139	0	88	0
Pesticides*	3	0	0	0	0	0

* résidus d'organochlorés, d'organophosphorés, de dichlorvos, de carbendazime (méthode multi-résidus)

3.6. Transfert des contaminants dans le poisson

L'absorption des contaminants par les organismes aquatiques peut se faire par différentes voies. Une voie possible est l'adsorption à la surface extérieure. Cette voie est seulement importante pour les organismes avec un rapport surface sur masse élevé, comme les microorganismes. Les voies majeures d'absorption des contaminants pour les animaux aquatiques sont la respiration et l'ingestion (Feidler H *et al.*, 2000).

Une étude de Cooper *et al.* sur des poissons-chats élevés en ferme aux USA suggère que la source majeure de PCDD dans les poissons-chats provient des farines de poisson et non d'une absorption de la contamination environnementale (sédiments, par exemple) (Feidler *et al.*, 2000).

Karl *et al.* (2003) ont rapporté des données sur le transfert des PCDD/F d'aliments commerciaux pour poissons produits en Norvège dans la truite arc-en-ciel. Le taux de transfert moyen varie de 11,1% à 6 mois jusque 37% à 19 mois. Le taux de transfert des PCB de type dioxine est plus élevé que celui des PCDD/F dans le saumon de l'Atlantique (Isosaari *et al.*, 2004; Lundebye *et al.*, 2004) et dans la truite arc-en-ciel (Isosaari *et al.*, 2002). Des données de Blanco *et al.* (2007) montrent que les PCB de type dioxine s'accumulent plus efficacement que les PCDD/F dans les filets de turbots d'élevage.

Une étude de Isosaari *et al.* (2005) montre que les PBDE (polybrominated diphenyl ethers) sont transférés efficacement de l'aliment au poisson (saumon).

La viande et l'huile de poisson sont les sources les plus importantes de contamination de l'alimentation des poissons d'élevage par les composés de type de dioxine. Les réglementations de l'UE relatives aux PCDD/F dans l'alimentation des poissons ont été établies en 2002 (directive 2002/32 du Parlement européen et du Conseil du 7 mai 2002 sur les substances indésirables dans les aliments pour animaux - Déclaration du Conseil; JO L 140 du 30.5.2002, p. 10-22); l'incorporation prévue des biphenyles polychlorés de type dioxine (*dioxin-like polychlorinated biphenyls*, DL-PCB) et devrait contribuer à réduire les concentrations de ces contaminants chez le poisson d'élevage (EFSA, 2005).

De plus en plus de questions se posent sur les risques de contamination par certaines mycotoxines (aflatoxines, ochratoxine et toxines de *Fusarium*, par exemple). Les mycotoxines ont des effets toxiques chez les poissons (Encarnaçao, 2006). Avec l'augmentation de l'emploi de sources de protéines et d'énergie végétale, la probabilité d'exposition des poissons d'élevage aux aliments contaminés par des mycotoxines est grande (Manning, 2005). Etant donné que les ingrédients d'origine végétale posent un risque élevé de

contamination par des mycotoxines, les sources de protéines des plantes dans l'industrie d'aliments aquacoles exigent une évaluation des risques prudente pour les mycotoxines, ainsi que le développement de stratégies de protection appropriées pour les poissons alimentés avec des aliments contaminés (Spring and Fegan, 2005).

A titre d'illustration, les teneurs en dioxines, PCB de type dioxine et cadmium mesurées par l'AFSCA dans les aliments pour poissons et dans les produits de l'aquaculture (résultats tableau 2.4.II) ont été comparés (voir figure 3.6.I). Le nombre de données utilisées pour effectuer la comparaison est trop faible pour pouvoir en tirer des conclusions.

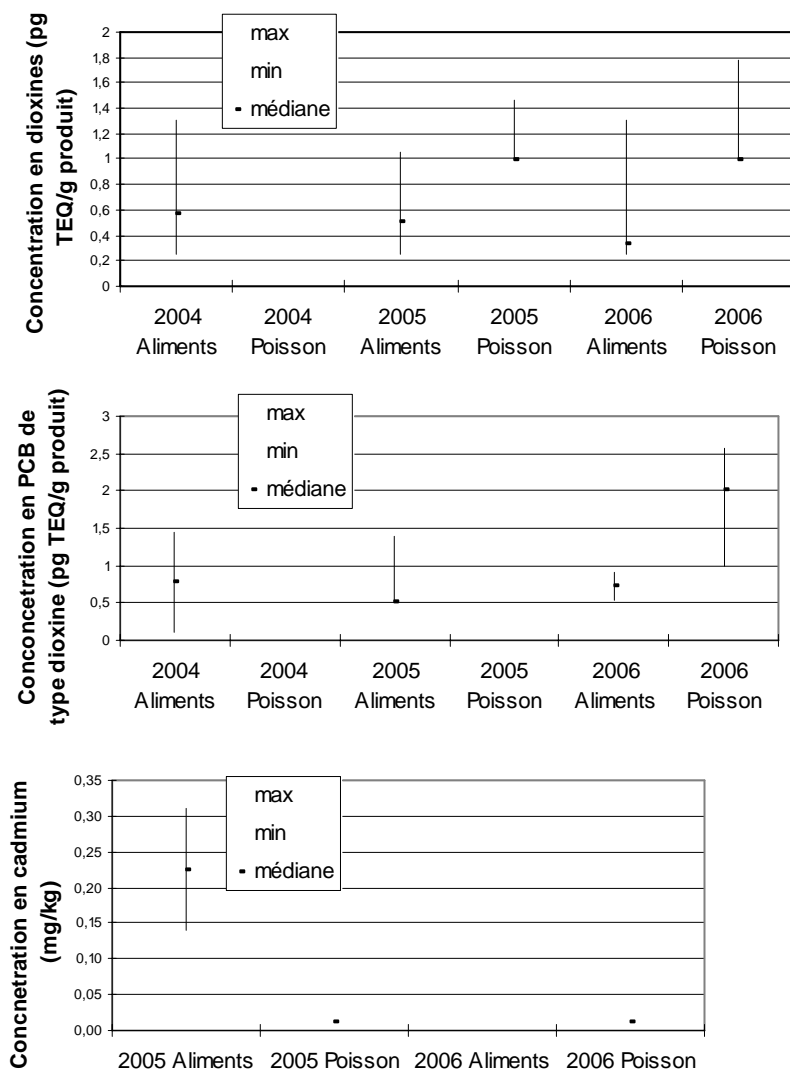


Figure 3.6.I: Comparaison des concentrations en dioxines, PCB de type dioxine et cadmium dans les aliments pour poissons et dans les poissons de l'aquaculture belge.

3.7. Comparaison des résultats d'analyses de l'AFSCA et de l'article de Hites et al. (2004)

Les concentrations en contaminants organiques mesurées par l'AFSCA dans les produits de l'aquaculture belge (essentiellement des truites), dans les produits de la pêche belge et dans le poisson importé (produits de la pêche et de l'aquaculture) ont été comparées aux concentrations en contaminants organiques dans le saumon présentées dans l'article de Hites *et al.* (2004). Les concentrations en résidus de pesticides mesurées par l'AFSCA sont pour la plupart inférieures à la limite de quantification. Il en va de même pour les

concentrations en PCB. Les figures ci-dessous présente les concentrations en contaminants mesurées par l'AFSCA et par Hites *et al.* (2004). Il n'est pas fait de distinction quant à l'origine du poisson (d'élevage ou sauvage) pour les analyses effectuées par l'AFSCA sur le poisson importé. Des données supplémentaires sont nécessaires pour pouvoir faire une comparaison.

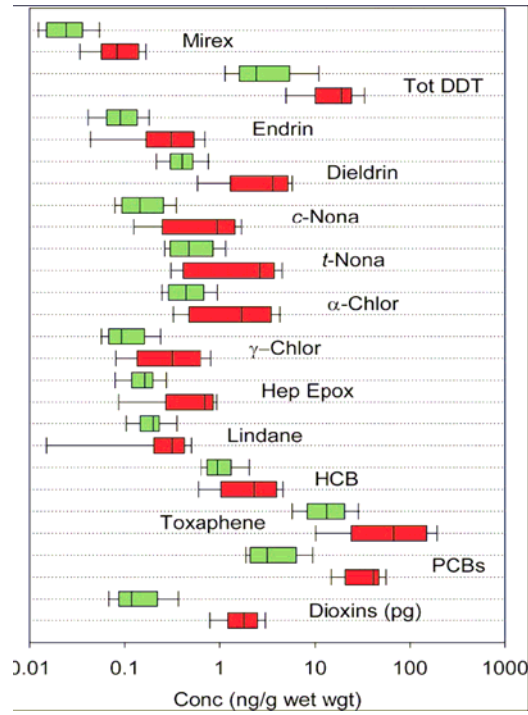


Figure 3.7.I: Concentrations en contaminants trouvés par Hites *et al.* (2004) dans le saumon d'élevage (barre rouge) et sauvage (barre verte)

Figure 3.7.II A: Aquaculture - Belgique

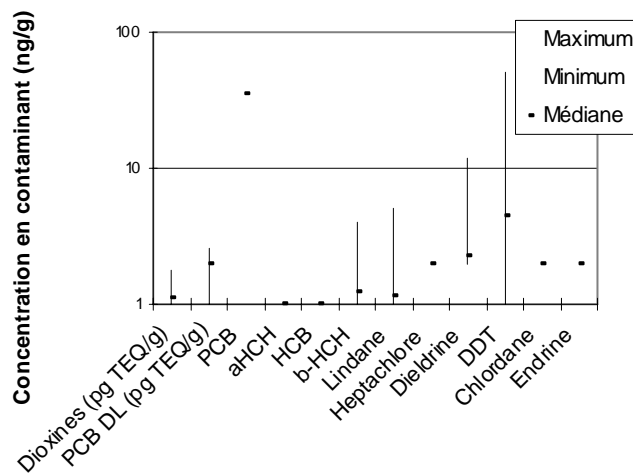


Figure 3.7.II. B: Produits de la pêche - Belgique

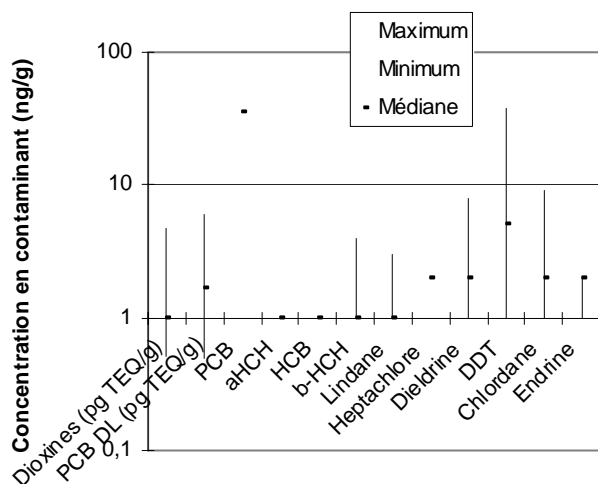


Figure 3.7.II. C: Importation

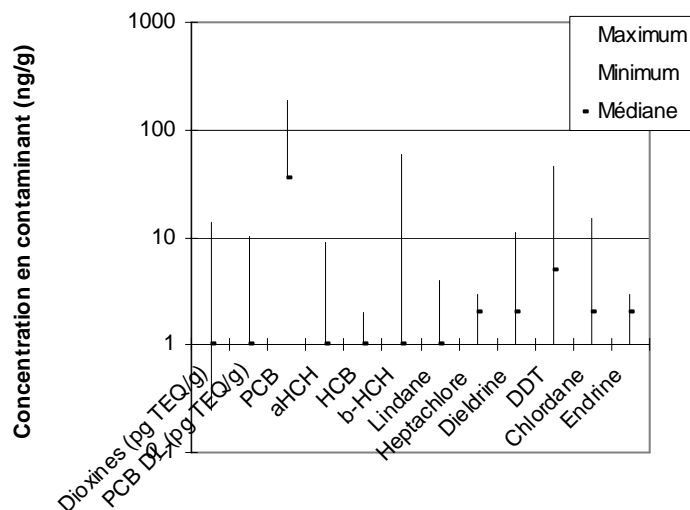


Figure 3.7.II: Concentrations en contaminants trouvés par l'AFSCA (2005-2006) dans les produits d'aquaculture belge (figure A), dans les produits de la pêche belge (figure B) et dans les produits importés (figure C)

Les concentrations en dioxines dans la figure 3.7.I (extrait de Hites *et al.* 2004) sont exprimées en pg équivalent toxique de l'organisation mondiale pour la santé (OMS-TEQ) par gramme de poids humide et incluent les dibenzo-*p*-dioxines polychlorés (PCDD), les dibenzofurannes (PCDF) et les PCB de type dioxine. 75% du total TEQ est dû à la présence de PCB de type dioxine (Hites *et al.*, 2004).

Les résultats des analyses Calux sont présentés à la figure 3.7.II pour les dioxines et les PCB de type dioxine. Les concentrations en dioxines incluent les PCDD et les PCDF mais n'incluent pas les PCB de type dioxine. La somme des PCDD, PCDF et PCB de type dioxine équivaut à 1,00 pg OMS-TEQ/g poisson dans les produits de l'aquaculture belge (concentration moyenne calculée sur base de 4 résultats d'analyse GC-HRMS de 2006).

Cette concentration équivaut à la limite inférieure des concentrations mesurées par Hites *et al.* (2004) dans le poisson d'élevage. 66% du total TEQ est dû à la présence de PCB de type dioxine.

La somme des PCDD, PCDF et PCB de type dioxine équivaut à 0,72 pg OMS TEQ/g poisson dans les produits de la pêche belge (concentration moyenne calculée sur base de 8 résultats d'analyse GC-HRMS de 2005 et 2006). Dans ce cas, 56% du total TEQ est dû à la présence de PCB de type dioxine.

Sur base du nombre très limité de résultats disponibles, il apparaît donc que les produits de l'aquaculture belge sont relativement peu contaminés en regard du saumon d'élevage (étude de Hites *et al.*, 2004) et des autres produits (pêches, importations) consommés en Belgique. Il semble, néanmoins, important de confirmer ces premières tendances sur un nombre plus important d'échantillons analysés par GC-HRMS.

4. Conclusion

La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture se caractérise par une stagnation de la pêche tandis que la production de l'aquaculture mondiale se développe plus rapidement que tout autre secteur d'alimentation animale.

L'alimentation est la source principale d'exposition aux contaminants dans le poisson, bien que l'absorption se produise aussi via les branchies (EFSA, 2005).

Des aliments alternatifs pour remplacer la farine de poisson et l'huile de poisson dans le régime du poisson peuvent contribuer à diminuer l'impact des dioxines. Les protéines végétales sont probablement la meilleure source de matières premières à développer dans le futur. Cependant, des contraintes nutritionnelles limitent ces pratiques. Afin de prévenir la contamination de l'huile de poisson, des techniques de purification/décontamination comme la distillation sont couramment envisagées.

Le niveau de contamination des aliments des poissons d'élevage peut être contrôlé, tandis que l'exposition des poissons sauvages reste inconnue et varie considérablement dans différentes régions géographiques (EFSA, 2005).

La production de salmonidés (truites) est la principale activité aquacole belge. Les contaminants organiques et les métaux lourds analysés dans les truites n'atteignent pas des niveaux inquiétants mais il serait bon de confirmer cette observation préliminaire sur un nombre plus important d'échantillons à analyser pour les PCDD/F et les PCB de type dioxine.

5. Références bibliographiques

- Aquaculture. Canada. Biotechnologie et amélioration des aliments pour le saumon. Available on http://www.pac.dfo-mpo.gc.ca/aquaculture/topics/salmonfeed_f.htm via the INTERNET. Accessed 2005 juni 24.
- Blanco SL, Sobrado C, Quintela C, Cabaleiro S, Gonzalez JC and Vietes JM. 2007. Dietary uptake of dioxines (PCDD/PCDFs) and dioxin-like PCBs in Spanish aquacultured turbot (*Psetta maxima*). Food Additives and Contaminants; 24(4): 421-428.
- Bertrand A., Brose F., Carabin O., De Pauw E., Dykmans C., Eppe G., Gaspar P., Leroy A., Leroy D., Louvet M., Maghuin-Rogister G., Marneffe Y., Massart A.C., Philippart J.C., Rimbaut G., Scippo M-L. 2004. Evaluation du niveau de contamination des rivières par les PCBs et les dioxines. Rapport tome 1.
- Bureau D P and Cho C Y. An introduction to nutrition and feeding of fish. Fish nutrition research laboratory. Available on <http://www.uoguelph.ca/fishnutrition/feedint.html> via the INTERNET. Accessed 2005 June 24.
- CCE. 2005. Rapport sur l'évolution conjoncturelle dans le secteur de la pêche. Commission Consultative Spéciale Pêche du Conseil Central de l'Economie.
- Conseil Supérieur de Santé. 2005. Estimation de l'ingestion de PCB par les pêcheurs amateurs et risques y afférents pour la santé – N°CSH : 7747.
- Cross D. 2006. Aquaculture. Statistiques en Bref. Agriculture et pêche 23/2006. Pêche. Eurostat. Communautés européennes.
- Devriese S, Huybrechts I, Moreau M, Van Oyen H. 2006. L'enquête de consommation alimentaire belge 1 - 2004: Rapport. Insititut scientifique de santé publique, mars 2006, numéro de Dépot : D/2006/2505/17. Available on <http://www.iph.fgov.be/EPIDEMIO/epien/index5.htm> via the INTERNET. Accessed 2007 March 8.
- Easton MDL, Luszniak D, Von der Geest E. 2002. Preliminary examination of contaminant loadings in farmed salmon, wild salmon and commercial salmon feed. Chemosphere 46. 1053-1074.
- EFSA. 2005. Avis du groupe scientifique sur les contaminants de la chaîne alimentaire sur une question du parlement européen relative à l'évaluation de la sécurité du vissauvage et d'élevage. The EFSA journal (2005) 236.
- Encarnação P. 2006. The consequences of mycotoxins in aquaculture. Feed mix, vol14 n°5.
- FAO 1986. National reports of EIFAC member countries for the period January 1986 December, Belgium. Available on <http://www.fao.org/docrep/005/S7360B/S7360B01.htm>
- FAO. 2005a. Information on fisheries management in the kingdom of Belgium. Available on <http://www.fao.org/fi/fcp/en/BEL/body.htm> via the INTRENET. Accessed 2005 June 17.
- FAO. 2005b Fishery and aquaculture Country profile. Belgium Information on Fisheries Management (from IFMC). Available on http://www.fao.org/fishery/countrysector/FI-CP_BE via the INTRENET. Accessed 2008 January 21.
- FAO. Fishstat 2006. Fisheries and Aquaculture Information and Statistics Service - Available on http://www.fao.org/figis/servlet/SQServlet?file=/usr/local/tomcat/FI/5.5.23/figis/webapps/figis/t/emp/hqp_29933.xml&outtype=html via the INTRENET. Accessed 2008 January 21.
- Fiedler H, Hutzinger O, Welsch-Pausch K, Schmiedinger A. 2000. Final Report :Evaluation of the Occurrence of PCDD/PCDF and POPs in Wastes and Their Potential to Enter the Foodchain By Dr. Heidelore Fiedler Prof. Dr. Otto Hutzinger Dr. Kerstin Welsch-Pausch

Andreas Schmiedinger University of Bayreuth Ecological Chemistry and Geochemistry D-95440 Bayreuth Co-ordination by the Joint Research Centre, Environment Institute, Soil & Waste Unit, Dr. Gunther Umlauf, on behalf of DG ENV E.1 Study on behalf of the European Commission, DG Environment 30 September 2000.

Green Fact. 2005. Scientific Facts on Fisheries. Available on <http://www.greenfacts.org/fisheries/index.htm> via the INTRENET. Accessed 2005 November 02

Hastein T, Hjeltnes B, Lillehaug A, Utne Skare J, Berntssen M, Lundebye AK. 2006. Food safety Hazards that occur during the production stage: challenges for fish farming and the fishing industry. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.*, 2006 (25) (2) 607-625.

Hites R A Foran JA, Carpenter DO, Hamilton CM, Knuth BA, Schwager SJ. 2004. Global Assessment of Organic Contaminants in Farmed Salmon. *Science* Vol 303.

Hoff P T, Van Campenhout K, Van de Vijver K, Covaci A, Bervoets L, Moens L, Huyskens G, Goemans G, Belpaire C, Blust R, De Coen W. 2005. Perfluorooctane sulfonic acid and organohalogen pollutants in liver of three freshwater fish species in Flanders (Belgium): relationships with biochemical and organismal effects. *Environmental Pollution* 137; 324-333.

INRA. 2001. Intérêt d'une alimentation d'origine végétale pour les poissons d'élevage. Fiche de presse Info. 01/05/2001. Available on http://www.inra.fr/presse/interet_d_une_alimentation_d_origine_vegetale_pour_les_poissons_d_elevage via the INTERNET. Accessed 2005 august 23.

INRA. 2004. Une alimentation d'origine végétale pour les poissons. Fiche de Presse Info. 01/09/2004. Available on http://www.inra.fr/presse/une_alimentation_d_origine_vegetale_pour_les_poissons via INTERNET. Accessed 2005 August 23.

Isosaari P, Vartiainen T, Hallikainen A, Ruohonen K. 2002. Feeding trial on rainbow trout: Comparison of dry fish feed and Baltic herring as a source of PCDD/F and PCBs. *Chemosphere* 48:795–804.

Isosaari P, Kiviranta H, Lie O, Lundebye A-K, Ritchie G, Vartiainen T. 2004. Accumulation and distribution of polychlorinated dibenzo-p-dioxin, dibenzofuran, and polychlorinated biphenyl congeners in Atlantic salmon (*Salmo Salar*). *Environ. Toxicol. Chem.* 23(7): 1672-1679.

Isosaari P, Lundebye A-K, Ritchie G, Lie O, Kiviranta H, Vartiainen T. 2005. Dietary accumulation efficiencies and biotransformation of polybrominated diphenyl ethers in farmed Atlantic salmon (*Salmo Solar*). *Food Additives and Contaminants* 22(9): 829-837.

Karl H, Kuhlmann H. & Ruoff R. 2003. Transfer of PCDDs and PCDFs into the edible parts of farmed rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum) via feed. *Aquacult. Res.*, 34, 1009.1014.

Lubick. 2006. Chemicals in salmon vary by species. *Environmental Science and Technology – Science news – December 13, 2006.*

Lund E, Engeset D, Alsaker E, Skeie G, Hjartaker A, Lundebye A-K, Niebor E. 2004. Cancer Risk and Salmon Intake. *Science* Vol. 305, p. 475-47.

Lundebye A-K, Berntssen MHG, Lie O, Ritchie G, Isosaari P, Kiviranta H, Vartiainen T. 2004. Dietary uptake of dioxins (PCDD/PCDFs) and dioxin-like PCBs in Atlantic salmon (*Salmo Salar*). *Aquaculture Nutrition* 10: 199-207.

Manning B. 2005. "Mycotoxins in aquaculture" in "The mycotoxin blue book". Edited by Duarte Diaz (Nottingham University press) pp139-156.

Rembold C. 2004. The Health Benefits of Eating Salmon *Science* Vol. 305, p. 475-478: 8.

Robert SS. 2005. Production of eicosapentaenoic and docosahexaenoic acid-containing oils in transgenic land plants for human and aquaculture nutrition. Minireview *Marine Biotechnology*; volume 0, 1-7.

Rosenlund G. 2004. Nutrition and feeding of the Atlantic cod. Feed Mix *The International journal on feed, nutrition and technology*. Vol. 12 N°5, P22.

SCAN. 2000. Opinion of the Scientific Committee on Animal Nutrition on the Dioxin Contamination of feedingstuffs and their contribution to the contamination of food of animal origin. Adopted on 06 November 2000. European Commission.

SCAN. 2004. Advice on fish consumption: benefits & risks. Committee on Toxicity . UK.

Spring P. and Fegan DF. 2005. Mycotoxins – a rising threat to aquaculture. *Feed Tech*, volume 9, N°10.

Stokstad E. 2004. Salmom Survey Stokes Debate About Farmed Fish *Science* Vol. 303, p. 154-155:

Tacon AGJ. 1993. Feed ingredients for warm water fish fishmeal and other processed feedstuffs. FAO Fisheries Circular N°.856. Rome, Italy.

Tuomisto JT, Tuomisto J, Taino M, Nittynen M, Verakalo P, Vartiainen T, Kiviranta H, Pekkanen J. 2004. Risk-Benefit Analysis of Eating Farmed Salmon. *Science* Vol. 305, p. 475-478:

VWA.2007. Dioxines en dioxineachtige PCB's in paling.

Weaver DE. 2004. Contaminant Levels In Farmed Salmon. *Science* Vol. 305 (23 July 2004) p. 475-478:

Willens J, Van Camp J, Verbeke W, Cooreman K. 2006. integrated evaluation of marine food items: Nutritional value, safety and consumer perception. Scientific support plan for a sustainable development policy (SPSDII) Part 1 Sustainable production and consumption patterns CP56.

Annexe: Teneurs maximales autorisées dans le poisson et les aliments pour poissons

A. Dioxines, PCB de type dioxine et PCB marqueurs

Les teneurs maximales autorisées en dioxines dans le poisson et les aliments pour poissons sont présentées dans le tableau ci-dessous. Le tableau II présente les recommandations pour les dioxines dans le poisson. Les seuils d'intervention pour les dioxines dans les aliments pour animaux se trouvent à l'annexe I partie B de l'Arrêté Ministériel du 12 février 1999 relatif au commerce et à l'utilisation des produits destinés à l'alimentation des animaux.

Tableau I: Teneurs maximales autorisées en dioxines dans le poisson et les aliments pour poissons

Denrée alimentaire	LM* (PCDD/F)	LM (PCDD/F+ PCB DL)	Source
Chair musculaire de poisson et produits de la pêche et produits dérivés, à l'exception de l'anguille	4,0 pg OMS TEQ/g de poids frais	8,0 pg OMS TEQ/g de poids frais	Règlement (CE) n°1881/2006
Chair musculaire d'anguille et de produits dérivés	4,0 pg OMS TEQ/g de poids frais	12,0 pg OMS TEQ/g de poids frais	Règlement (CE) n°199/2006/ n°1881/2006
Huiles marines (huile de chair de poisson, huile de foie de poisson et huiles d'autres organismes marins destinées à l'alimentation humaine)	2,0 pg OMS TEQ/g de graisse	10,0 pg OMS TEQ/g de graisse	Règlement (CE) n°199/2006/ n°1881/2006
Aliments pour animaux			
Toutes matières premières d'origine végétale pour aliments pour animaux, à l'exception des huiles végétales et les sous-produits	0,75 ng OMS TEQ/kg	1,25 ng OMS-TEQ/kg	Directive 2006/13/CE
Huile de poisson	6,0 ng OMSTEQ/kg	24,0 ng OMS-TEQ/kg	Directive 2006/13/CE
Poissons, autres animaux aquatiques, leurs produits et leurs sous-produits, à l'exception de l'huile de poisson et des hydrolysats de protéines de poisson contenant plus de 20% de matières grasses	1,25 ng OMS TEQ/kg	4,5 ng OMS-TEQ/kg	Directive 2006/13/CE
Aliments pour poissons	2,25 ng OMS TEQ/kg	7,0 ng OMS-TEQ/kg	Directive 2006/13/CE
Hydrolysats de protéines de poisson contenant plus de 20% de matières grasses	2,25 ng OMS TEQ/kg	11,0 ng OMS-TEQ/kg	Directive 2006/13/CE

*LM: Limite maximale

La teneur maximale autorisée pour les PCB marqueurs dans les poissons, coquillages et crustacés et les denrées alimentaires préparées à base de ces produits est fixée à 75 µg/kg de produit (AR du 19 mai 2000). La teneur maximale autorisée pour les PCB marqueurs dans les aliments pour poissons est fixée à 200 µg/kg de produit.

Tableau II: Recommandations pour les dioxines et PCB de type dioxine dans les poissons

Denrée alimentaire	Niveau d'intervention* pour les PCDD/F	Niveau d'intervention pour les PCB de type dioxine	Source
Chair musculaire de poisson et produits de la pêche et produits dérivés, à l'exception de l'anguille	3,0 pg OMS TEQ/g de poids frais	3,0 pg OMS TEQ/g de poids frais	Recommandation 2006/88/CE de la Commission sur la réduction de la présence de dioxines, de furannes et de PCB dans les aliments pour animaux et les denrées alimentaires
Chair musculaire d'anguille et de produits dérivés	3,0 pg OMS TEQ/g de poids frais	6,0 pg OMS TEQ/g de poids frais	Recommandation 2006/88/CE de la Commission sur la réduction de la présence de dioxines, de furannes et de PCB dans les aliments pour animaux et les denrées alimentaires
Huiles marines (huile de chair de poisson, huile de foie de poisson et huiles d'autres organismes marins destinées à l'alimentation humaine)	1,5 pg OMS TEQ/g graisse	6,0 pg OMS TEQ/g graisse	Recommandation 2006/88/CE de la Commission sur la réduction de la présence de dioxines, de furannes et de PCB dans les aliments pour animaux et les denrées alimentaires

*Le niveau d'intervention est une limite d'action pour les autorités pour rechercher la source de contamination.

B. Autres contaminants

Le tableau III présente les teneurs maximales autorisées pour les métaux lourds et les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) dans le poisson

Tableau III: Teneurs maximales autorisées pour les métaux lourds et hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) dans le poisson (Règlement (CE) N°1881/2006)

Denrée alimentaire	Pb (mg/kg poids frais)	Cd (mg/kg poids frais)	Hg (mg/kg poids frais)	HAP Benzo(a)pyrène (µg/kg poids frais)
Chair musculaire de poisson	0,3	0,05* -0,1	0,5*-0,1	2,0
Chair musculaire d'espadon		0,3		
Crustacés, à l'exception de la chair brune de crabe et à l'exception de la tête et de la chair du thorax du homard et des crustacés de grande taille semblables (<i>Nephropidae</i> et <i>Palinuridae</i>)	0,50	0,50	0,5	5,0
Mollusques bivalves	1,5	1,0	0,50	10,0
Céphalopodes (sans viscères)	1,0	1,0	0,5	5,0

*voir Règlement (CE) N°1881/2006 pour plus de précision sur les espèces pour lesquelles la teneur maximale de 0,5 mg/kg s'applique

Les teneurs en plomb dans le poisson ont été modifiées par rapport aux teneurs mentionnées dans le Règlement (CE) 78/2005 modifiant le Règlement 466/2001.

Il n'existe pas de limites maximales autorisées pour les mycotoxines dans le poisson.

Il n'existe actuellement pas de limites maximales pour les pesticides organochlorés et organophosphorés dans le poisson.

Le tableau IV présente les teneurs maximales autorisées en contaminants chimiques dans les aliments pour animaux. Les limites maximales pour le déoxynivalénol, zéaralénone, ochratoxine A et fumonisines B1+B2 sont renseignées à l'annexe de la recommandation 2006/576/CE de la Commission du 17 août 2006. La teneur maximale recommandée pour les fumonisines B1 et B2 dans les aliments pour poissons est de 10 mg/kg (recommandation 2006/576/CE).

Tableau IV: Teneurs maximales autorisées en contaminants chimiques dans les aliments pour animaux (extrait de l'Arrêté Ministériel du 12 février 1999 (texte coordonné de juillet 2006).

Contaminants	Aliments	Teneur maximale (mg/kg)
Arsenic	Aliments complets pour poisson	6 mg/kg
Arsenic	Aliments des animaux provenant de la transformation de poissons ou autres animaux marins	15 mg/kg
Cadmium	Aliments pour poissons	1 mg/kg
Mercure	Aliments des animaux provenant de la transformation de poissons ou autres animaux marins	0,5 mg/kg
Mercure	Aliments complets à l'exception des aliments complets pour chiens et chats	0,1 mg/kg
Plomb	Aliments complets	5 mg/kg
Nitrites	Farine de poisson	60 mg/kg de nitrite de sodium
Aflatoxines B1	Aliments complets autres que aliments complets pour bovins, ovins, caprins, porcs et volailles	0,01 mg/kg
Aldrine / Dieldrine	Tous les aliments, à l'exception de matières grasses	0,01 mg/kg
Camphéchloré (toxaphène)	Poissons, autres animaux marins, leurs produits et leurs sous-produits, à l'exception de l'huile de poisson	0,02 mg/kg
Chlordane	Tous les aliments, à l'exception de matières grasses	0,02 mg/kg
DDT	Tous les aliments, à l'exception de matières grasses	0,05 mg/kg
Endosulfan	Aliments complets pour poisson	0,005 mg/kg
Endrine	Tous les aliments, à l'exception de matières grasses	0,01 mg/kg
Heptachlore	Tous les aliments, à l'exception de matières grasses	0,01 mg/kg
Hexachlorobenzène (HCB)	Tous les aliments, à l'exception de matières grasses	0,01 mg/kg
Hexachlorocyclohexane (HCH) isomère alpha	Tous les aliments, à l'exception de matières grasses	0,02 mg/kg
Hexachlorocyclohexane (HCH) isomère beta	Aliments composés, à l'exception des aliments pour bétail laitier,	0,01 mg/kg
Hexachlorocyclohexane (HCH) isomère beta	matières premières, pour aliments des animaux, à l'exception de matières grasses	0,01 mg/kg
PCB	Aliments composés	2000 µg/kg matière grasse
PCB	Matières premières pour aliments des animaux d'origine animale (si teneur en matière grasse est >2%)	250 µg/kg matière grasses
PCB	Matières premières pour aliments des animaux d'origine animale (si teneur en matière grasse est <2%)	50 µg/kg produits

Des informations supplémentaires sur les normes des aliments pour animaux sont disponibles sur le site web du SPF santé publique à l'adresse suivante:
https://portal.health.fgov.be/portal/page?_pageid=56,513314&_dad=portal&_schema=PORTAL&_menu=menu_4_1

Annexe 2

Résidus de médicaments dans le poisson d'élevage

Introduction

Les poissons et les produits de la mer élevés dans des conditions de stress sont sensibles aux maladies, ce qui conduit généralement à l'emploi de médicaments thérapeutiques, comme les antibiotiques, pour traiter les animaux affectés (Tittlemier *et al.*, 2007). Ces médicaments peuvent s'accumuler biologiquement dans les tissus comestibles. Avant les années 1990, l'emploi de produits médicamenteux était élevé dans les pays où l'industrie de l'aquaculture était développée. Dans certains pays, des antibiotiques étaient utilisés comme promoteur de croissance. Afin de protéger la santé des consommateurs, certains médicaments vétérinaires n'ont plus été autorisés chez les animaux producteurs de denrées alimentaires ou leur emploi a été restreint (IEH, 2007). De ce fait, l'emploi des médicaments a fortement diminué dans les années 1990. Actuellement, un nombre limité de médicaments est autorisé en aquaculture. Cependant, certains produits interdits sont encore utilisés de nos jours. Ces médicaments peuvent s'accumuler dans les portions comestibles du poisson et des produits de la mer (Tittlemier *et al.*, 2007). L'emploi de médicaments vétérinaires peut conduire à l'exposition des consommateurs aux résidus potentiellement nuisibles.

Un intérêt a été porté aux substances médicamenteuses présentées ci-dessous.

Vert de malachite

Le vert de malachite est un colorant industriel autorisé. C'est également un produit anti-protozoaire et antimycotique qui, par le passé, a largement été utilisé dans l'aquaculture pour traiter les infections fongiques du poisson. Le vert de malachite n'est plus autorisé comme médicament vétérinaire en Europe depuis 1999. Cependant, la substance active et son métabolite, le vert de leucomalachite, sont encore détectés dans le poisson et les produits de poisson (Hastein *et al.*, 2006).

La commission européenne a fixé une limite de performance minimale requise (minimum required performance limit, MRPL) pour la somme vert de malachite et vert de leucomalachite à 2 µg/kg dans les produits d'aquaculture (Décision 2002/657/CE). Sur base de la Décision 2005/34/CE, cette valeur est utilisée comme limite d'action.

Antibiotiques

Les connaissances actuelles sur la santé et l'impact environnemental des antibiotiques utilisés dans l'aquaculture est pauvre, particulièrement dans les régions tropicales (Chinabut *et al.*, 2006). La plupart des pays ont interdit l'emploi du chloramphénicol et des nitrofuranes dans l'aquaculture (Chinabut *et al.*, 2006).

Le **chloramphénicol** (2,2-dichloro-*N*-[2-hydroxyméthyl]-2-(4-nitrophenyl)éthyl] (CASN).56-75-7) est un antibactérien bactériostatique à large spectre (IEH, 2007). Le chloramphénicol est toxique pour l'homme. Un traitement avec du chloramphénicol est associé avec une induction de l'anémie aplasique qui peut être fatale (JECFA, 2004). Le chloramphénicol induit des dépressions de la moelle osseuse. Il est aussi associé au syndrome «grey baby» (collapsus circulatoire) (JECFA, 2004). Le chloramphénicol est génotoxique *in vitro*. Certains métabolites du chloramphénicol sont génotoxiques (JECFA, 2004). L'Europe, le Japon et beaucoup d'autres pays ont interdit le chloramphénicol dans les aliments pour animaux mais il est encore autorisé pour des traitements vétérinaires spécifiques (Chinabut *et al.*, 2006). Une limite de performance minimale requise (LPMR) de 0,3 µg/kg a été établi pour les résidus (EC, 2003).

Les **nitrofuranes** sont aussi dangereux à cause de leurs propriétés carcinogènes potentielles. Leurs emplois pour les animaux produits pour la consommation humaine sont interdits dans l'Union européenne et aux USA (Chinabut *et al.* 2006).

Les nitrofuranes sont repris dans la liste des substances pharmacologiques actives pour lesquelles aucune limite maximale ne peut être établie; annexe IV du Règlement (CEE) n°2377/90 du Conseil, du 26 juin 1990, établissant une procédure communautaire pour la fixation des limites maximales de résidus de médicaments vétérinaires dans les aliments d'origine animale. Conformément à l'article 4 de la Décision 2002/657/CE de la Commission du 12 août 2002 portant modalités d'application de la Directive 96/23/CE du Conseil en ce qui

concerne les performances des méthodes d'analyse et l'interprétation des résultats, une limite de performance minimale requise (LPMR) de 1 µg/kg est fixée pour les métabolites du nitrofurazone dans les produits de l'aquaculture.

Contrôles effectués par l'AFSCA sur les résidus

Les analyses effectuées par l'AFSCA dans les produits de l'aquaculture sont planifiées sur base de la Directive 96/23/CE du Conseil, du 29 avril 1996, relative aux mesures de contrôle à mettre en œuvre à l'égard de certaines substances et de leurs résidus dans les animaux vivants et leurs produits et abrogeant les Directives 85/358/CEE et 86/469/CEE et les Décisions 89/187/CEE et 91/664/CEE.

Dans les sites de salmoniculture (élevages de truites) belge, 205 échantillons de poisson ont été examinés pour la recherche de différents résidus en 2004, 225 échantillons en 2005 et 255 en 2006. La présence d'une substance interdite, le vert de malachite, a été mise en évidence dans 3 échantillons (rapport d'activités de l'AFSCA 2004, 2005 et 2006).

Le tableau I présente le nombre d'échantillons prélevés pour l'analyse des résidus de médicaments dans les produits de l'aquaculture et le nombre de non-conformités.

Tableau I. Echantillons analysés et échantillons non conformes pour les résidus de médicaments dans les produits de l'aquaculture en 2004, 2005 et 2006

Substance	2004		2005		2006	
	Echantillons analysés	Echantillons non conformes	Echantillons analysés	Echantillons non conformes	Echantillons analysés	Echantillons non conformes
Résidus d'antibiotiques	31	0	166	0	54	3
Résidus de vert de malachite et leucomalachite	50	0	70	3	97	3
Ivermectine					7	0
Benzimidazole			9	0	10	0
Substances à effet androgène, estrogène ou gestagène et stilbène			12	0	12	0
Nitrofuranes et métabolites	20	0	70	5	79	5
Chloramphénicol	24	0	109	0	38	0

Le nombre d'échantillons présenté dans le tableau I pour 2004 représente les échantillons prélevés dans l'aquaculture belge. Le nombre d'échantillons présenté dans le tableau I pour 2005 et 2006 représente les échantillons prélevés dans l'aquaculture belge et dans les postes d'inspection frontaliers.

D'après le tableau I, les résidus de médicaments vétérinaires retrouvés sont le vert de malachite et les nitrofuranes. Le vert de malachite est retrouvé dans les produits d'aquaculture belge. Les nitrofuranes sont retrouvés dans les produits importés, principalement des crevettes. Le semicarbazide est le résidu détecté par spectrométrie de masse. La Belgique a émis 5 messages RASFF en 2006 suite à la détection de résidus de nitrofuranes dans les crevettes importées d'Inde et du Bangladesh.

Dans un projet scientifique pilote, l'Institut Fédéral d'évaluation des risques (BfR) a montré que des poissons sauvages non traités peuvent être contaminés par du vert de malachite. L'étude a été réalisée sur des anguilles sauvages provenant des eaux intérieures à Berlin. Suivant la zone de pêche, les niveaux se situaient entre 0,04 et 0,8 µg/kg de filet d'anguilles (BfR, 2007). Le Comité scientifique de l'AFSCA a rendu un avis sur ce sujet (Avis 22-2007).

Les recherches entreprises au BfR donnent des informations supplémentaires par rapport à l'Avis du Comité scientifique.

Les résultats des contrôles de l'AFSCA ont été comparés aux résultats des contrôles présentés dans la littérature.

Il ressort d'études réalisées antérieurement par la VWA que les médicaments vétérinaires, entre autre le vert de malachite mais aussi les quinolones, les sulfonamides et les tétracyclines, sont trouvés régulièrement dans le poisson d'élevage (VWA, 2005).

Au Canada, une étude a été réalisée sur l'exposition alimentaire aux résidus de médicaments vétérinaires. 39 résidus de médicaments vétérinaires ont été analysés dans les échantillons de poisson entre 2000 et 2004. Les résidus les plus fréquemment retrouvés sont l'AOZ (métabolite du nitrofurane (furazolidone)), l'enrofloxacin et le métabolite du vert de malachite. L'acide oxolinique a été détecté 2 fois et l'AMOZ (5-méthyl-morpholino-3-amino-2-oxazolidinone), le chloramphenicol et SEM (semicarbazide) ont été détectés une fois. Les crevettes sont les espèces où les résidus sont les plus retrouvés (Tittlemier *et al.*, 2007).

Les méthodes d'analyse des nitrofuranes

Les nitrofuranes sont des substances antimicrobiennes dont l'emploi a été interdit chez les animaux producteurs de denrées alimentaires dans l'Union européenne (Règlement 1445/95 de la Commission pour le furazolidone, Règlement 2901/93 pour les autres nitrofuranes). La présence de résidus de ces substances est également interdite dans les denrées alimentaires.

Des études ont montré que la molécule parente des nitrofuranes est rapidement métabolisée chez les animaux et que la stabilité *in vivo* n'est pas plus longue que quelques heures (Mc Cracken *et al.*, 1995). Les composés recherchés sont des résidus liés aux protéines. A l'inverse de la molécule parente, ces métabolites liés aux protéines sont stables et persistants.

Il est possible de libérer ces résidus des protéines par hydrolyse acide. L'emploi illégal de nitrofuranes est démontré par la recherche de résidus libre (voir structure à la figure 1) à l'aide de méthodes couplant la chromatographie liquide et la spectrométrie de masse pour obtenir une limite de détection la plus basse possible avec un degré de certitude élevé sur l'analyte identifié.

La présence de nitrofurazone est montrée indirectement par la présence du métabolite SEM. Le SEM originaire du nitrofurazone administré aux animaux est présent sous forme de résidus liés aux protéines dans les produits alimentaires d'origine animale. Seul le SEM lié devrait être considéré comme preuve de l'utilisation illégale de nitrofurazone.

Les méthodes d'analyse actuelles utilisées pour détecter le SEM dans les aliments font usage de l'hydrolyse acide et d'une étape de dérivatisation avec du 2-nitrobenzaldehyde (2NBA). Le dérivé, SEM-NBA, est ensuite analysé à l'aide de la méthode LC-MS/MS (liquid chromatography coupled to tandem mass spectrometry) Cette méthode a une limite de détection de l'ordre de 0,2 µg/kg (EFSA, 2005). L'étape d'hydrolyse acide libère les résidus liés pour l'analyse. Cette dernière mesure la quantité de SEM total (« libre » et « lié ») dans l'échantillon. Pour connaître la quantité de SEM lié, -qui est la preuve de l'emploi de nitrofurazone, l'échantillon doit subir une étape préalable de lavage. Cette méthode est cependant controversée car elle n'est pas fiable à 100% puisqu'elle dépend de l'efficacité du lavage qui peut varier.

La méthode de détection de 3-amino-2-oxazolidinone (AOZ), 5-méthyl-morpholino-3-amino-2-oxazolidinone (AMOZ), semicarbazide (SEM), et 1-aminohydantoïne (AHD), qui sont, respectivement, les métabolites de furazolidone, furaltadone, nitrofurazone, et nitrofurantoiné dans les crevettes impliquent une hydrolyse acide et une dérivatisation avec du 2-nitrobenzaldehyde (2-NBA), un ajustement du pH, une extraction liquide-liquide et la

détection des dérivés NBA de AOZ, AMOZ, SEM et AHD par chromatographie liquide couplée à la spectrométrie de masse en tandem (USFDA, 2004).

Structures:

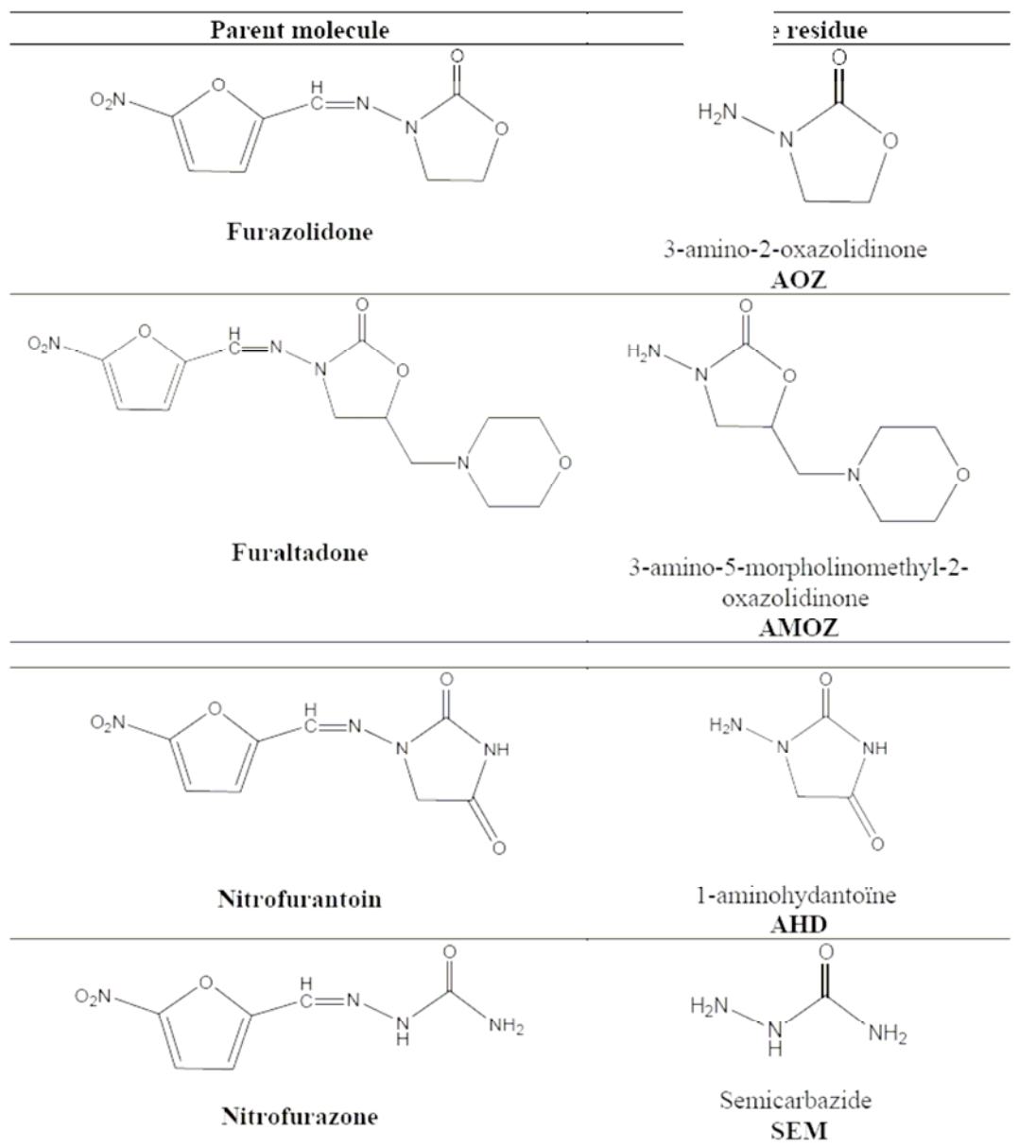


Figure I: Structure des métabolites des nitrofuranes

Conclusion

Les résidus de vert de malachite et de nitrofuranes retrouvés dans le cadre de l'exécution du plan de contrôle sont des résidus pour lesquels d'autres sources que l'emploi interdit sont possibles.

Ainsi, le vert de malachite et de leucomalachite pourrait être une conséquence d'une pollution de l'environnement (déversement, ou conséquence de l'utilisation historique comme médicament). Il est fait référence à l'Avis 22-2007 du Comité scientifique quant à la présence de vert de malachite et de leuco malachite dans le poisson d'élevage.

Les résultats des contrôles de l'AFSCA et les données de la littérature montrent la présence des résidus de nitrofuranes dans les produits importés. Néanmoins, des analyses ont montré que le SEM pouvait être originaire de différentes sources. Les sources chimiques suivantes ont été identifiées (EFSA, 2005; Hoenicke *et al.*, 2004):

- comme métabolite du nitrofurazone;
- comme produit de la dégradation thermique du azodicarbonamide (ADC) qui est utilisé pour assurer l'étanchéité de conserves en pots de verre,
- comme produit de la décomposition du ADC qui est utilisé comme additif dans la farine (n'est plus autorisé dans l'Union européenne);
- comme produit de la réaction lors de processus de désinfection utilisant de l'hypochlorite;
- dans des algues (carragénanes);
- à partir de l'environnement ou d'origine inconnue en faible concentration (Saari & Peltonen, 2004).

La découverte de SEM dans les denrées alimentaires résultant d'autres sources que l'emploi de nitrofurazone souligne l'urgence d'identifier des marqueurs alternatifs à l'emploi frauduleux de nitrofurazone (Samsonova *et al.*, 2008).

Références bibliographiques

BfR.2007. Malachite green identified as an environmental contaminant. <http://www.bfr.bund.de/cd/10136>.

Chinabut S, Somsiri T, Limsuwan C, Lewis S. 2006. Problems associated with shellfish farming. Rev. sci. tech. Off. int. Epiz. 25(2), 627-635.

EC. 2003. Commission Decision of 13 March 2003 amending Decision 2002/657/ZEC as regards the setting of minimum required performance limits (MRPLs) for certain residues in food of animal origin (notified under document number C(2003) 764 (2003/181/EC Official Journal of the European Union, L71, 17-18 .

EFSA. 2005. Opinion of the scientific panel on food additives, flavourings, processing aids and materials in contact with food on a request from the Commission related to semicarbazide in food. (Question number EFSA-2003-235). *The EFSA Journal* 219, 1-36.

JECFA. 2004. The Joint FAO/OMS Expert Committee on Food Additives. WHO food additives series 53. Available on <http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v53je03.htm> via the INTERNET. Accessed 2008 January 28.

Hastein T, Hjeltnes B, Lillehaug A, Utne Skare J, Berntssen M, Lundebye AK. 2006. Food safety Hazards that occur during the production stage : challenges for fish farming and the fishing industry. Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz., (25) (2) 607-625.

Hoenicke K, Gatermann R, Hartig L, Mandix M, Otte S. 2004. Formation of semicarbazide (SEM) in food by hypochlorite treatment: is SEM a specific marker for nitrofurazone abuse?. *Food Additives and Contaminants*, Vol.21(6):526-537.

IEH Institute of Environmental and health. 2007. Preliminary evaluation of the potential risks to consumers of animal-derived food products following non-authorized veterinary use of chemicals. Final report. Cranfield University.

McCracken RJ, Blanchflower WJ, Rowan C, McCoy MA, Kennedy DG. 1995. Determination of furazolidone in porcine tissue using thermospray liquid chromatography-mass spectrometry and a study of the pharmacokinetics and stability of its residues. *Analyst* 120, 2347-2351.

Saari L. and Peltonen K. 2004. Novel source of semicarbazide: levels of semicarbazide in cooked crayfish samples determined by LC/MS/MS. *Food Additives and Contaminants*, Vol. 21 (9): 825-832.

Samsonova JV, Douglas AJ, Cooper KM, Kennedy DG, Elliott CT. 2008. The identification of potential alternative biomarkers of nitrofurazone abuse in animal derived food products. Food and Chemical Toxicology, in press.

Tittlemier SA, Van De Riet J, Burns G, Potter R, Murphy C, Rourke W, Pearce H, Dufresne G. 2007. Analysis of veterinary drug residues in fish and shrimp composites collected during the Canadian Total Diet Study, 1993-2004. Food Additives and Contaminants; 24(1): 14-20.

USFDA. 2004. Detection of Nitrofurantoin metabolites in Shrimp. [Http://www.cfsan.fda.gov/~comm/methnf.html](http://www.cfsan.fda.gov/~comm/methnf.html)

VWA. 2005. Diergeneesmiddelen in kweekvis.1-5.