

# commission du codex alimentarius



ORGANISATION DES NATIONS  
UNIES POUR L'ALIMENTATION  
ET L'AGRICULTURE

ORGANISATION  
MONDIALE  
DE LA SANTÉ



BUREAU CONJOINT: Viale delle Terme di Caracalla 00100 ROME Tél: +39 06 57051 www.codexalimentarius.net Email: codex@fao.org Facsimile: 39 06 5705 4593

**Point 13 de l'ordre du jour**

**CX/FFP 00/13**

## **PROGRAMME MIXTE FAO/OMS SUR LES NORMES ALIMENTAIRES COMITÉ DU CODEX SUR LES POISSONS ET LES PRODUITS DE LA PÊCHE**

*Vingt-quatrième session  
Ålesund (Norvège), 5-9 juin 2000*

### **DOCUMENT DE TRAVAIL SUR L'UTILISATION DE L'EAU CHLORÉE<sup>1</sup>**

#### **L'utilisation du chlore dans la transformation du poisson**

##### *Résumé*

La formation de sous-produits dangereux lorsque le chlore est utilisé pour la désinfection dans l'industrie de transformation du poisson suscite des inquiétudes. Celles-ci concernent principalement l'absorption du chlore contenu dans l'eau de lavage par les produits de la pêche et l'absorption ou la formation de sous-produits de désinfection dans le poisson due à l'utilisation d'eau chlorée. Les directives actuelles du Codex Alimentarius autorisent une concentration maximale de 10 mg/g de chlore dans l'eau en contact avec le poisson. Une étude des normes ou directives réglementaires en vigueur dans plusieurs pays a montré qu'aucun pays n'autorisait de concentration supérieure et que, dans la plupart d'entre eux, la norme ou directive était inférieure. Dans d'autres secteurs de l'industrie alimentaire, on utilise des concentrations beaucoup plus élevées que dans le secteur de la pêche. Il n'existe que très peu de documentation, concernant généralement des systèmes modèles de laboratoire, sur la formation possible de sous-produits dangereux résultant de la désinfection par le chlore dans la transformation du poisson. Cependant, il existe une documentation abondante sur la formation de sous-produits du chlore dangereux lorsque l'eau potable est chlorée. Compte tenu des temps de contact réduits pendant le lavage du poisson, on estime que le risque de contamination dû à l'utilisation d'approvisionnements en eau potable chlorée, même en cas de chloration ultérieure dans l'usine de transformation, est très faible. Le chlore est utilisé principalement comme un auxiliaire permettant la transformation du poisson dans de bonnes conditions d'hygiène plutôt qu'un traitement de décontamination. Les études de système de modèle sur l'eau chlorée utilisée pour laver le poisson ont montré l'absence de mutagènes avec des concentrations inférieures à 20 mg/l de chlore libre. Les preuves scientifiques dont on dispose actuellement ne justifient pas la modification des concentrations recommandées par le Codex, à savoir 10 mg/l pour l'eau en contact direct avec les produits de la pêche. Très souvent, la chloration de l'eau utilisée dans la transformation du poisson et l'entretien des systèmes de distribution est une mesure de maîtrise essentielle destinée à éviter la contamination par des agents pathogènes véhiculés par l'eau et à réduire l'incidence de la contamination croisée.

#### **1. Introduction**

Lors de la réunion du Comité du Codex sur les poissons et les produits de la pêche (CCFFP), qui s'est tenue à Bergen (Norvège) en juin 1998, la question de l'utilisation du chlore comme désinfectant pour réduire la charge microbienne des produits de la pêche crus, tels les crevettes, a été examinée. Selon les opinions exprimées à cette réunion, l'utilisation de l'eau chlorée est courante dans le secteur de la

---

<sup>1</sup> Préparé par M. Alan Reilly  
**X4735/F**

transformation du poisson, avec cependant des différences importantes selon les pays. Les résidus toxiques et les risques possibles pour la santé publique pouvant résulter des sous-produits du chlore dus à des concentrations élevées de chlore dans l'eau utilisée pour le lavage du poisson et des produits de la pêche sont des problèmes préoccupants. On s'est également inquiété de l'insuffisance des informations concernant les pratiques actuelles au niveau du secteur industriel dans les différents pays et l'on s'est accordé sur la nécessité d'obtenir des informations complémentaires. Selon les recommandations actuelles du Codex, les concentrations maximales de chlore autorisées sont de 10 mg/l dans l'eau en contact direct avec les produits de la pêche et de 100 mg/l dans l'eau qui sert au nettoyage du matériel et des installations. Étant donné que le CCFFP procède actuellement à la révision de l'ensemble des Codes d'usage pour le poisson et les produits de la pêche, est-il nécessaire de réviser les recommandations concernant l'utilisation du chlore ?

Ces questions ont déjà été soumises au Comité du Codex sur l'hygiène alimentaire (CCFH) qui a jugé utile d'élaborer un document technique sur la concentration des résidus de chlore dans des produits tels que les crevettes surgelées lavées avec de l'eau chlorée et sur les concentrations recommandées pour la transformation. Il a demandé au CCFFP de préparer un document sur cette question (ALINORM 97/13A). La FAO et l'OMS sont convenues d'effectuer ce travail.

## 2. Généralités

L'utilisation du chlore comme un désinfectant hydrique a été l'une des plus importantes interventions de santé publique pour la prévention de maladies transmises par l'eau de ces dernières cent années. La chloration est généralement considérée comme une mesure de santé publique essentielle pour garantir que l'eau potable est salubre sur le plan microbiologique. Du fait de la désinfection, les maladies infectieuses transmises par l'eau telles que la typhoïde, la dysenterie et le choléra, sont très largement maîtrisées dans les pays industriels. On ne peut cependant pas en dire autant des pays les plus pauvres du monde où les approvisionnements en eau insuffisants et insalubres sont les principales causes de morbidité et de mortalité.

Les avantages des désinfectants à base de chlore sont qu'ils sont peu coûteux, facilement disponibles dans la plupart des pays, efficaces contre la plupart des pathogènes bactériens transmis par l'eau et fournissent une protection durable de l'approvisionnement en eau, les concentrations des résidus de chlore pouvant être maintenues dans l'ensemble du système de distribution. Certains inconvénients sont cependant apparus ces 20 dernières années, avec la découverte de sous-produits du chlore résultant de la réaction du chlore avec les matières organiques ou inorganiques se trouvant dans l'eau et, également, l'émergence de pathogènes transmis par l'eau tels *Cryptosporidium* et *Giardia*, qui sont plus résistants aux méthodes classiques de désinfection.

Le potentiel du chlore à réagir avec les matières organiques dans l'eau potable et à former des composés chlorés dangereux, désignés comme sous-produits de désinfection a été examiné attentivement ces dernières années. L'un des principaux déterminants des sous-produits de désinfection est la concentration de matière organique dans l'eau d'origine. L'eau tirée des sources de surface (rivières et lacs) contient en général de plus fortes concentrations de matières organiques que les sources d'eaux souterraines (puits et sources). Les principaux sous-produits de désinfection sont les trihalométhanes et les acides trihaloacétiques, mais d'autres ont été identifiés (OMS, 1998). De récents rapports ont identifié des associations possibles entre ceux-ci et différentes formes de cancer, cependant, une grande partie des preuves sont peu concluantes (décisives), et les avantages du point de vue de la santé publique de la réduction des maladies transmises par l'eau sont très largement supérieurs aux risques de cancer (OMS, 1998). L'épidémie de choléra en Amérique latine qui a démarré en 1991, a été favorisée, tout au moins en partie, par la conception erronée que les sous-produits de désinfection constituent un risque de santé publique plus grand que les pathogènes transmis par l'eau (Otterstetter et Craun, 1997).

Il est possible que des produits dangereux se forment au contact du chlore avec des aliments d'origine animale, bien que cela n'ait pas été démontré pour les produits de la pêche. La chloration d'acides aminés présents en solution (à l'état dissous) peut engendrer des mutagènes et des études menées sur l'eau chlorée utilisée pour laver des volailles dans des conditions de laboratoires ont montré une activité mutagène dans les eaux de lavage. Les conditions du lavage des volailles, où de l'eau super-chlorée circule pendant un temps d'exposition long, diffèrent des méthodes de lavage dans la transformation du

poisson, et les études sur les eaux de lavage des volailles ne s'appliquent pas nécessairement à la situation dans la transformation du poisson.

### **3. Formes de chlore utilisées dans la transformation du poisson**

La chimie du chlore en milieu aqueux a déjà été étudiée (Fukayama et al 1986 ; OMS, 1996 ; OMS, 1998). L'acide hypochloreux (HClO) est le principal agent bactéricide dans les solutions de chlore en milieu aqueux pouvant tuer la plupart des micro-organismes, si la dose et le temps de contact sont suffisants. L'activité inhibitrice ou létale dépend de la quantité de chlore libre disponible (comme HClO) qui entre en contact des cellules microbiennes. La dissociation de HClO est dépendante du pH et de la température, par exemple avec un pH 6, l'espèce prédominante est HClO, représentant plus de 90 % du chlore en solution à 25° C. Le chlore est rapidement consommé et perd son activité antimicrobienne au contact des matières organiques. L'exposition à l'air, à la lumière ou aux métaux aura les mêmes effets.

Le chlore est utilisé dans le secteur de la transformation du poisson comme désinfectant de l'eau et il est, dans ce domaine, probablement celui qui est le plus utilisé. Il sert notamment au lavage des produits de la pêche, il est ajouté à l'eau servant à la fabrication de la glace pour réfrigérer le poisson et à la décongélation des produits. Il est utilisé également dans l'eau servant à refroidir le poisson en conserve afin d'éviter les détériorations dues à une mauvaise étanchéité. Le chlore est disponible commercialement sous plusieurs formes, la plus courante étant des granulés ou de la poudre comme l'hypochlorite de calcium ou sous forme liquide comme l'hypochlorite de sodium (NaClO) ou eau de Javel (tableau 1). Sous toutes ces formes, il agit comme un puissant agent oxydant et réagit avec une grande variété de composés. Le chlore est un gaz dans des conditions normales de pression et de température. Il peut être liquéfié par compression et distribué dans des cylindres et introduit automatiquement dans les approvisionnements en eau des usines de transformation de poisson ou des bateaux de pêche.

L'emploi du dioxyde de chlore est moins courant dans la transformation du poisson, probablement en raison de son instabilité et des risques encourus pendant la manutention et le transport. Toutefois, il est utilisé et on a constaté qu'il éliminait avec efficacité un grand nombre de micro-organismes, notamment certains de ceux qui résistent au traitement par le chlore, et qu'il prolongeait la durée d'entreposage de nombreux aliments, y compris les produits de la pêche (Richardson et al., 1998). Le dioxyde de chlore présente des avantages par rapport au chlore en milieu aqueux, en tant qu'agent désinfectant, notamment : il est sept fois plus puissant pour éliminer les bactéries, son activité bactéricide n'est pas perturbée par l'alcalinité et/ou la présence de fortes concentrations de matières organiques (Lin et al., 1996). Pour ces raisons, de nombreuses autorités étudient la possibilité de l'utiliser dans le secteur de la transformation du poisson.

### **4. Concentrations de chlore utilisées dans la transformation du poisson**

Pendant l'élaboration du présent document, de nombreux pays ont fourni des données sur l'utilisation du chlore dans le secteur de la transformation du poisson au niveau national. Ces données sont résumées dans le tableau 1. En général, il n'existe pas de normes ou recommandations nationales spécifiques pour les concentrations de résidus de chlore dans l'eau entrant en contact avec le poisson ou les produits de la pêche pendant la transformation ou la préparation. Dans la plupart des cas, les recommandations contenues dans les Directives sur l'eau potable de l'OMS sont suivies – concentrations de résidus de 0,2 à 0,5 mg/l dans le système de distribution de l'eau (OMS, 1996). Les concentrations de chlore dans l'eau utilisée pour laver le matériel et les installations (planchers, murs, etc.) varient selon le niveau de la contamination de surface. En cas d'utilisation de fortes concentrations de chlore, il est d'usage de pratiquer un rinçage final avec de l'eau potable. Il est très peu vraisemblable que les consommateurs de produits de la pêche soient exposés à un risque quelconque provenant de l'utilisation de chlore pour nettoyer et laver le matériel et les installations si de bonnes pratiques de fabrication sont respectées.

Le Code d'usages international recommandé pour les crevettes (CAC/RCP 17-1978, Codex Alimentarius Volume B, 2<sup>e</sup> édition, FAO/OMS, 1984) et le Code d'usages international recommandé pour le poisson frais CAC/RCP 9-1976 (FAO/OMS, 1983), actuellement en vigueur, indiquent, dans les sections consacrées à la manipulation du poisson en mer, ce qui suit :

L'industrie de transformation du poisson a pu constater que l'injection de chlore dans les approvisionnements d'eau fraîche utilisée pour les nettoyages généraux permet de lutter contre la contamination microbienne. Les bateaux de pêche qui manipulent ou transforment de grandes quantités de poisson ou de crevettes gagneraient beaucoup sur le plan de l'assainissement à placer des dispositifs injectant du chlore dans les conduites d'eau. La concentration de chlore devrait être approximativement 10 ppm pendant les opérations normales et de 100 ppm (concentration résiduelle) pendant les opérations de nettoyage.

Plusieurs autorités nationales ont adopté cette valeur Codex et estiment qu'une concentration maximale de 10 mg/l de chlore actif dans l'eau de transformation du poisson et la glace qui entre en contact avec les poissons et fruits de mer doit être considérée comme généralement sans danger pour la santé (GRAS). L'utilisation du chlore dans les limites de cette concentration est basée sur plusieurs années d'utilisation sans danger et de pratiques acceptées dans le secteur. Lors de l'élaboration de la présente étude, aucune donnée ou preuve n'a été relevée pouvant faire penser que des problèmes de santé publique étaient liés à cet usage.

De récentes études menées au Royaume-Uni ont conclu que la chloration est la seule méthode applicable et efficace permettant de fournir de l'eau de mer propre utilisée dans l'industrie côtière de la crevette lorsque les crevettes sont cuites à bord des bateaux de pêche. Un système d'injection d'hypochlorite à accès direct est recommandé pour le traitement de l'eau de mer avec un dosage de 20 ppm. On a constaté que ce système, associé à des méthodes de manutention et d'entreposage améliorées des crevette cuites, permettait de doubler la durée d'entreposage frigorifique tout en améliorant la comestibilité et la qualité microbiologique des produits (Watson et Prout, 1996). Des concentrations de 20-30 mg/l dans l'eau courante ont été utilisées pour réduire le nombre de *Listeria monocytogenes* pendant la décongélation du saumon (Eklund et al., 1997). L'élimination de cet agent pathogène de la surface du poisson destiné au fumage à froid est un gain majeur de santé pour le secteur car la température du fumage à froid est insuffisante pour tuer *L. monocytogenes*. D'autres travaux ont montré que l'exposition du saumon dont on a éliminé les viscères et les branchies à 200 mg/l de chlore libre réduisait le comptage sur plaque en milieu aérobie de 99,2 % dans les essais à échelle industrielle (Bremmer et Osborne, 1998). On a constaté que le chlore, à des concentrations de 20-25 mg/l, était efficace pour tuer les souches de *Escherichia coli* et de *L. monocytogenes* dans un système modèle dans des conditions de laboratoire (Lin et al., 1996).

#### **4.1 Concentrations de chlore utilisées dans d'autres secteurs de l'industrie alimentaire**

Dans d'autres secteurs de l'industrie alimentaire, l'utilisation du chlore en milieu aqueux comme désinfectant et agent d'assainissement est aussi très répandue (Wei et al., 1985). Les concentrations utilisées entrant en contact avec les aliments sont parfois beaucoup plus élevées que dans le secteur de la transformation du poisson. Pour la désinfection des fruits et des légumes, des concentrations de 50 à 200 mg/l, avec des temps de contact de 1 à 2 minutes sont couramment utilisées (OMS, 1998a). Des concentrations allant jusqu'à 2000 mg/l sont approuvées comme concentration maximale d'hypochlorite pour le lavage commercial des fruits et des légumes (Beuchat et al., 1998). Le chlore est également très utilisé dans l'industrie de la farine comme agent de blanchiment pour en améliorer la qualité boulangère, à des concentrations pouvant aller jusqu'à 2 500 mg/l.

Le secteur de transformation de volaille à forte densité utilise l'eau chlorée pour réduire les altérations et les bactéries pathogènes sur les carcasses depuis de nombreuses années. Par rapport au secteur de la transformation du poisson, les concentrations de chlore et les temps de contact sont plus élevés. Des études ont démontré que l'addition de chlore à l'eau de refroidissement des volailles (25-30 mg/l dans l'eau froide et 4-9 mg/l de chlore résiduel dans l'eau de trop-plein) permettait de réduire la contamination croisée des carcasses par *Salmonella* (James et al., 1992). En outre, on a constaté que la chloration de l'eau de refroidissement des volailles était particulièrement efficace pour réduire les concentrations de *Salmonella typhimurium*, *Campylobacter jejunei* et d'autres pathogènes bactériens (NRC, 1988). Compte tenu de ces données et d'autres encore, une concentration de 30 mg/l est autorisée, aux Etats-Unis, pour le contact direct avec les carcasses de volaille.

Depuis le début des années 70, la réfrigération des carcasses de viande rouge avec de l'eau chlorée est d'un usage courant. Plus récemment, il a été démontré que les traitements par pulvérisation des carcasses de bœuf avec de l'eau chlorée permettaient de réduire les altérations et les bactéries

pathogènes (Cutter et Siragusta, 1995). Dans d'autres études, les traitements par pulvérisation avec du dioxyde de chlore n'étaient pas plus efficaces que l'eau pour réduire la contamination fécale sur le bœuf (Cutter et Dorsa, 1995). Les auteurs affirment que les réductions de la charge microbienne observées étaient dues à l'élimination physique des bactéries qui intervient lors des traitements par pulvérisation plutôt qu'à une quelconque action bactéricide du dioxyde de chlore.

## **5. Réactions du chlore en milieu aqueux avec les produits de la pêche**

Il n'y a que très peu de documentation sur l'absorption du chlore contenu dans l'eau de lavage par les produits de la pêche, et aucune donnée n'a été publiée sur la formation de sous-produits de désinfection dans le poisson résultant de l'utilisation d'eau chlorée. Johnston et al., (1982) ont étudié l'absorption de chlore radioactif, ( $^{36}\text{Cl}$ ), par des crevettes sans tête et non décortiquées, trempées pendant 30 minutes dans une solution contenant 150 mg/l ( $\text{HClO}$ ), équivalent de 87 mg/l de chlore libre. Ils ont constaté que 2% du chlore était intégré dans les crevettes, dont 75% dans la portion comestible. Pour ce qui concerne le chlore dans la portion comestible, environ 22% se trouvait dans la fraction acide trichloroacétique, 73% dans la portion aqueuse après déprotéinisation, et 3% dans la fraction lipidique. Il n'a pas été procédé à des essais d'identification des sous-produits chlorés.

Lin et al., (1996), dans une étude de l'activité bactéricide du chlore et du dioxyde de chlore ont fait tremper des cubes de 2,5 cm de muscle de poisson dans des solutions de 40, 100, 200 et 400 mg/l de chlore pendant 5 minutes. L'étude a montré que les cubes de poisson contenaient du chlore libre en quantités dépendant de la concentration initiale de la solution de trempage, mais les auteurs n'ont pas essayé de déterminer les quantités ou natures des sous-produits de la chloration.

### **5.1 Réactions du chlore dans l'eau potable**

La documentation scientifique est riche d'informations sur la formation de sous-produits de désinfection due à la chloration de l'eau potable et sur les questions relatives aux risques chimiques et microbiens pour la santé humaine (ILSI, 1993 ; OMS, 1998 ; Carlson et Hardy, 1998). L'un des principaux déterminants des sous-produits de désinfection est la concentration et la nature des matières organiques dans l'eau de source. Les principales matières organiques dans les eaux de surface sont les acides humiques et fulviques polysaccharides complexes provenant de la dégradation des matériaux végétaux. Des études de la chloration de l'eau et de composés modèles montrent que la chloration de ces composés produit une variété de composés mutagènes, notamment des halocarbones, comme le chloroforme.

Les approvisionnements en eau du réseau public dans les usines de transformation du poisson pourraient contenir ces sous-produits de la chloration ; ces derniers pourraient également être formés dans l'usine par chloration ultérieure des approvisionnements en eau du réseau public, ou par la chloration des eaux non traitées. Les produits de la pêche sont exposés à ces contaminants s'ils sont présents dans l'eau de transformation.

### **5.2 Réaction du chlore dans l'eau de lavage des volailles**

Le chlore est utilisé dans la désinfection de l'eau de refroidissement des volailles et quelques études ont été publiées sur les sous-produits de la chloration présents dans ces eaux. Shade et al., (1990) ont prélevé des échantillons d'eau de lavage réfrigéré recyclée dans un établissement de transformation de volailles, les ont chlorés avec différentes concentrations allant jusqu'à 400 mg/l de chlore, avec un temps de contact de 17 à 19 heures et une température de 3-4° C, et ont étudié le pouvoir mutagène des extraits à l'aide de l'essai de Ames. Ils ont constaté que les extraits étaient mutagènes et que le pouvoir mutagène était proportionnel au dosage du chlore. Cependant, les échantillons chlorés à 20 mg/l ne différaient pas du groupe témoin. Tsai et al., (1997) ont également traité des échantillons d'eau de refroidissement des volailles recyclée avec 400 mg/l, un temps de contact de 4 heures à 21° C, et ont constaté que les extraits étaient mutagènes dans l'essai de Ames. Haddon et al., (1996) ont chloré des suspensions de muscle de poulet avec de fortes concentrations de chlore – poids égal de chlore et de solides de poulet – pendant une nuit à température ambiante, et ont isolé et identifié divers mutagènes. Ces données permettent de penser que le chlore à des concentrations maximales de 20 mg/l ne provoque pas la formation de composés mutagènes.

### 5.3 Réaction du chlore avec les composés présents dans le poisson

On a constaté que la chloration des composés présents dans les eaux de surface n'induisait pas de propriétés mutagènes, mais ces composés, principalement des polysaccharides complexes, ne sont pas présents dans le poisson. Les précurseurs des composés responsables des composés mutagènes dans l'eau de lavage réfrigérée des volailles n'ont pas été identifiés, mais pourraient être les composés non protéiques, à faible poids moléculaire présents dans les aliments d'origine animale.

Horth et al., (1987) ont traité des solutions d'acides aminés, de purines et de pyrimidines, et de nucléosides et de nucléotides à 1 mg/l pendant 24 heures à température ambiante. Il n'ont pas observé de propriétés mutagènes dans les purines et pyrimidines ni dans les nucléosides et nucléotides. Ils ont constaté des propriétés mutagènes après chloration de certains des acides aminés, notamment les acides soufrés, la tyrosine, et les acides hétérocycliques, et identifié certains des sous-produits de chloration. Sen et al., (1989) ont fait réagir une solution de tryptophan à 7mM poids (1482 mg/l) avec une solution de chlore à 7mM (245 mg/l) pendant 4 heures à 25° C et ont observé que les produits de réaction étaient mutagènes dans l'essai de Ames. Owosu-Yaw et al., (1990) ont chloré des solutions à 14 % en poids de tryptophan avec des taux de chlore encore plus élevés, 3 :1 et 7 :1, et ont identifié quelques uns des sous-produits mutagènes.

## 6. Evaluation des risques dus à l'emploi du chlore dans la transformation du poisson

L'évaluation des risques pour la santé humaine résultant de la consommation de produits de la pêche contenant des concentrations résiduelles de chlore ou de sous-produits du chlore doit comprendre l'identification des dangers, la caractérisation des dangers, l'évaluation de l'exposition et la caractérisation des risques (OMS, 1995). Le Comité pour l'évaluation de l'innocuité des produits de la pêche, Institut de médecine, Conseil de l'alimentation et de la nutrition, Etats-Unis, a conclu dans son rapport sur la salubrité de produits de la pêche de 1991 que « l'étendue de la contamination des poissons et fruits de mer par des produits résultant de l'utilisation du chlore et d'autres composés halogénés ne semble pas avoir été évaluée, et il n'existe pas d'évaluation pertinente des risques associés dans la documentation disponible » (Ahmed, 1991). Aucune donnée n'a été publiée en ce qui concerne la formation de sous-produits de désinfection et de leur absorption par les produits de la pêche dans les conditions de transformation commerciale, et l'évaluation des risques dus à l'utilisation du chlore dans la transformation du poisson devra reposer sur des informations obtenues dans d'autres domaines.

Les produits de réaction de la chloration seront présents dans l'eau de transformation utilisée dans les usines de transformation du poisson s'ils sont présents dans les approvisionnements en eau du réseau public. Ces produits de réaction pourraient également être dus à la chloration de l'eau utilisée dans les usines. Les produits mutagènes sont formés dans les eaux, plus particulièrement dans les eaux de surface, contenant des matières organiques ; l'eau provenant de puits forés contient généralement peu de matières organiques, et le risque de mutagènes présents après chloration est beaucoup plus faible. Il n'a pas été élaboré de normes au niveau national en ce qui concerne les résidus de chlore ou de sous-produits de chlore dans le poisson et les produits de la pêche (tableau 1). Ces composés sont maîtrisés en limitant l'exposition du produit pendant la manipulation et la transformation. Par exemple, la législation en vigueur actuellement au Royaume-Uni spécifie que l'eau potable ne doit pas contenir plus de 0,1 mg/l de trihalométhanes. La norme établie par l'Agence pour la Protection de l'Environnement des Etats-Unis (USEPA) est de 80 µg/l de trihalométhanes total dans l'eau potable. Lorsque l'eau contenant des concentrations de cet ordre entre en contact des produits, il est vraisemblable que les produits n'absorberont que de très faibles quantités. Les temps de contact de l'eau et du poisson sont courts pendant les opérations de lavage typiques, bien que pour certaines opérations, comme par exemple la décongélation, ils peuvent être plus longs. Même lorsque les temps de contact sont plus longs, la quantité de sous-produits de chloration absorbés se limitera à ce qui peut diffuser dans le produit à ce moment là.

Certains des sous-produits chlorés, les halocarbones, seront perdus lors de la cuisson des produits. Entz et al., (1982) ont étudié les résidus d'halocarbones dans différents aliments, notamment des composites (mélanges) de viande, de poisson et de volailles. Ils signalent des pertes d'éléments analysés dues à la préparation et à la manipulation des aliments et ont constaté que la cuisson éliminait la plupart des halocarbones volatiles. Selon une étude sur les aliments prêts à consommer, 53 % d'entre eux étaient

positifs au chloroforme, notamment les crevettes panées frites (24 µg/kg), le cheddar (80 µg/kg), le beurre (670 µg/kg), et le beurre d'arachide (29 µg/kg) (Heikes, 1987). Des concentrations de chloroforme allant de 1 à 10 µg/kg ont été décelées dans les produits de farine, l'huile de foie de morue, le poisson, les moules et le lait, et des concentrations beaucoup plus élevées dans le café (jusqu'à 80 µg/kg) et dans les saucisses (90 µg/kg) (OMS, 1994). Les concentrations moyennes de chloroforme dans la peau, la graisse et le muscle des carcasses de poulets traitées avec 5 mg/l de chlore pendant 20 minutes étaient de 3, 14 et 3 µg/kg respectivement (Robinson, Mead et Barnes, 1981). L'exposition humaine au chloroforme provient essentiellement de l'alimentation, de l'eau potable et de l'air intérieur dans des quantités approximativement équivalentes (OMS, 1994). L'apport total moyen est estimé à environ 2 µg/kg de poids corporel par jour.

L'eau de lavage dans la transformation du poisson contient de fortes concentrations de matières organiques, en particulier l'eau utilisée pour laver les produits tels que les crevettes décortiquées et déveinées ou les filets de poisson sans peau. Il n'a pas été publié de données sur la formation de sous-produits de désinfection et sur leur absorption par les produits de la pêche dans des conditions de transformation commerciale. Par ailleurs, il y a peu de documentation sur la nature des réactions du chlore avec les constituants organiques des poissons et des fruits de mer et les risques probables pour la santé publique associés aux résidus de chlore. Les sections 5.2 et 5.3 ci-dessus examinent brièvement les propriétés mutagènes de l'eau de refroidissement des volailles et des composés modèles. Les résultats de ces études pourraient avoir une incidence sur le problème de l'utilisation du chlore dans la transformation du poisson., mais on peut se demander dans quelle mesure ces résultats peuvent être extrapolés à la transformation du poisson.

Dans le cas des études sur l'eau de refroidissement des volailles, les concentrations de chlore libre dans les eaux de lavage étaient bien supérieures à celles utilisées dans le secteur de la transformation du poisson ou indiquées dans les directives réglementaires concernant l'emploi du chlore dans la transformation du poisson. De même, les temps de contact, plusieurs heures, étaient beaucoup plus longs que ceux utilisés normalement dans la transformation du poisson. Les échantillons de chloration provenaient d'eaux recyclées ou étaient des préparations modèles, mais avec tous de fortes teneurs de matières. De telles concentrations ne sont pas utilisées dans la transformation du poisson sauf dans des circonstances exceptionnelles, comme par exemple, le trempage de crevettes ou de filets dans de l'eau stagnante pendant plusieurs heures.

Une grande variété de matières organiques dans les aliments sont sujets à des réactions d'oxydation et de chloration dans les solutions de chlore en milieu aqueux (Wei et al., 1989). Dans un examen des réactions du chlore en milieu aqueux avec des composés alimentaires modèles, Fukayama et al., (1986) ont conclu que les réactions primaires du chlore avec les hydrates de carbone donnent généralement des produits d'oxydation, bien que de faibles concentrations d'halocarbones volatiles sont parfois produites. L'incidence toxicologique des hydrates de carbone modifiés par le chlore n'est pas connue. Compte tenu des concentrations élevées de chlore utilisées pour traiter les farines, des travaux considérables ont été réalisés afin de déterminer si la farine chlorée était toxique. Tous les éléments recueillis indiquent que la chloration de la farine aux concentrations utilisées commercialement ne présente pas de risque significatif pour la santé humaine (Fukayama et al., 1986).

Les travaux de Horth et al., (1987) pourraient être plus pertinents car ils utilisent de faibles concentrations de chlore avec des composés azotés présents dans des muscles. Ils ont appliqué un temps de contact prolongé (24 heures), dans des conditions d'expérience utilisant une solution homogène de réactifs. Dans le cas de la transformation du poisson, les temps de contact sont beaucoup plus courts, et le chlore peut agir uniquement avec les composés près de la surface du produit dans lequel le chlore peut diffuser. Certains travaux récents indiquent que des extraits d'eau chlorée à 200 mg/l (eau chlorée utilisée pour laver des filets de mérou rouge et de saumon) étaient faiblement mutagènes à *Salmonella typhimurium* TA 100 mais que les produits de réaction mutagène n'ont pas été identifiés. Cependant, les extraits d'eau chlorée à 20 mg/l et les extraits des échantillons de poisson étudiés n'ont pas montré une telle activité mutagène (Cheng-I Wei, communication personnelle).

L'incorporation du chlore dans les protéines de divers aliments a été démontrée mais on sait peu de choses de la toxicité des dérivés chlorés (Fukayama et al., 1986). Ils sont formés à des concentrations de microgrammes par kg (ppb) et il faut généralement les concentrer pour pouvoir déterminer leurs

propriétés mutagènes. Il n'est pas possible d'extrapoler ces données pour une évaluation significative des risques sur les conditions de transformation commerciale pour le poisson et les produits de la pêche.

Johnston et al., (1983) ont conclu que l'exposition de crevettes (étêtées, non décortiquées) à 87 mg/l de chlore pendant 30 minutes déterminait l'incorporation de 12,2 µmolécules de chlore par 25 g de tissu comestible. En l'absence d'autres données, et dans l'hypothèse où tout le chlore présent dans les crevettes était du chloroforme, un « scénario fondé sur le cas le plus défavorable » en ce qui concerne la quantité de chloroforme ingérée du fait de la consommation de crevettes exposées à ces concentrations peut être calculé de la manière exposée ci-après.

Evaluation de l'exposition de sous-produits chlorés (exprimés en chloroforme) dans des crevettes (selon les résultats obtenus par le traitement de crevettes non décortiquées, étêtées avec 150 mg/l HClO pendant 30 minutes à température ambiante ; Ghambari et al., 1981).

### Consommation globale de crevettes en grammes par personne par jour (OMS, 1998c)

	Moyen-Orient	Extrême-Orient	Afrique	Amérique latine	Europe
Moyenne	0,3	2,3	0	1,5	3,0
90 <sup>e</sup> percentile	0,6	4,6	0	3,6	6,0

(hypothèse : 90<sup>ème</sup> percentile = 2 x moyenne)

$$DJMB \text{ (Dose journalière moyenne biochronique)} = \frac{W \times C}{PC}$$

W = Consommation globale de crevette (g/personne/jour)

C = Concentration de chloroforme (mg/kg)

Poids corporel (PC) = 60 kg (valeur par défaut JECFA)

Dose journalière moyenne biochronique (µg/kg de poids corporel/jour) calculée sur la base de la consommation globale de crevettes

	Moyen-Orient	Extrême-Orient	Afrique	Amérique latine	Europe
Moyenne	0,1	0,8	0	0,5	1,0
90 <sup>e</sup> percentile	0,2	1,5	0	1,0	2,0

Sur la base de ces calculs et hypothèses, le niveau de l'exposition au chloroforme résultant de l'ingestion de crevettes, exposées à des concentrations de chlore environ dix fois supérieures aux recommandations du Codex, soit 10 mg/l, est extrêmement faible. La dose de référence de l'USEPA en ce qui concerne le chloroforme est de 10 µg/kg de poids corporel/jour. Les effets de la cuisson ne sont pas pris en compte dans ces calculs ; il est vraisemblable qu'ils conduiraient à des concentrations bien inférieures dans le produit final.

En 1994, le service chargé de la salubrité et du contrôle des aliments (Food Safety et Inspection Service – FSIS) du Département de l'agriculture des Etats-Unis a procédé à une évaluation des risques afin de déterminer les effets potentiels sur la santé humaine du chloroforme présent dans le gras et la peau des poulets. Le FSIS autorise l'utilisation de composés en concentrations contribuant à 30 mg/l de chlore disponible sur les carcasses de poulet, pour la réfrigération par immersion pendant laquelle les carcasses sont au contact de l'eau chlorée pendant de longues périodes. Selon cette étude, le risque additionnel de cancer pendant la vie entière dans la population dû à la consommation de résidus de chloroforme dans les poulets se situe entre deux sur un milliard et cinq sur cent millions pour le gras, et entre deux sur un milliard et quatre sur cent millions pour la peau. La conclusion générale était que les estimations de risques sont de plusieurs puissances de dix inférieures au niveau de un sur un million de risque additionnel de cancer pendant la vie entière considéré comme négligeable par l'USEPA et l'Administration des produits alimentaires et pharmaceutiques dans leur réglementation sur les



pesticides et autres produits chimiques. Sur le plan de la gestion des risques, le FSIS a conclu que le risque minimal de cancer provoqué par la présence de chloroforme dans les poulets est de loin contrebalancé par la réduction du nombre de bactéries, ce qui permet d'éviter des dizaines de milliers de cas de maladies transmises par les aliments. Mas et al., (1997) ont conclu que les produits de réaction du chlore dans la transformation des volailles sont confinés principalement dans la peau, à moins que le contact ne soit prolongé, et que la plus grande partie du chlore est vraisemblablement présente sous la forme de sels organiques.

## **7. Modification sensorielle due à l'utilisation du chlore**

Des études menées au Royaume-Uni sur les altérations sensorielles dans les crevettes dues à la présence de chlore ont évalué différents bains de chlore et les modifications sensorielles détectables (Watson et Prout, 1996). Des crevettes crues décongelées ont été cuites et plongées dans de l'eau dosée au NaClO avec des concentrations de 500, 100, 50 et 20 ppm de chlore pendant cinq minutes. Les résultats ont montré que, pour les crevettes trempées dans de l'eau dosée à 500 ppm l'odeur et le goût étaient fortement altérés, alors que pour celles trempées dans l'eau dosée à 100 ppm seules quelques odeurs parasites étaient relevées, et qu'avec les dosages de 50 ppm et moins, il n'y avait pas d'effets apparents. La plupart des individus sont capables de percevoir le goût du chlore ou de ses sous-produits dans l'eau potable avec des concentrations inférieures à 5 mg/litre, et certains avec des concentrations pouvant descendre jusqu'à 0,3 mg/litre (OMS, 1996).

## **8. Le chlore et la lutte microbiologique**

Le chlore est utilisé couramment dans l'industrie alimentaire pour réduire la contamination microbienne, mais le problème fondamental est qu'on ne peut espérer qu'il éliminera effectivement les pathogènes bactériens sur la surface du poisson et des produits de la pêche. Il est en général utilisé comme un auxiliaire technologique d'hygiène plutôt que comme un traitement de décontamination. Lorsque des produits de la pêche, tels que les crevettes, sont trempés/lavés dans de l'eau chlorée, le nombre de bactéries est généralement réduit. Cependant, le lavage avec uniquement de l'eau potable peut réduire la charge bactérienne de 90%. Lorsqu'on utilise de l'eau chlorée, on ne sait pas clairement dans quelle mesure la réduction qui s'en suit est due à l'élimination physique par le lavage ou aux effets désinfectant du chlore. Ce dernier apporte une certaine protection contre les bactéries fixées à la surface du poisson et des fruits de mer. Cependant, HClO ne peut atteindre les cellules microbiennes se trouvant dans les fentes, sous les carapaces des crevettes ou les écailles de poisson et les poches dans la peau, ce qui contribue sans aucun doute au manque d'efficacité globale du chlore.

On trouve dans la documentation de nombreux exemples sur les avantages procurés par l'utilisation du chlore pour réduire les charges microbiennes des aliments. Des concentrations de 100 à 200 mg/l de chlore ont été recommandées pour lutter contre *L. monocytogenes* (El\_Kest et Marth, 1988), cependant des expériences ont montré que ces concentrations sont inefficaces pour éliminer ce pathogène lorsqu'il est fixé sur l'exosquelette des crevettes (McCarthy, 1992).

La très grande quantité de matières organiques dans l'eau de lavage du poisson et des crevettes, notamment lorsqu'il s'agit de crevettes décortiquées ou étêtées et de filets de poisson, risque de neutraliser le chlore avant que sa létalité ne se manifeste. McCarthy a démontré (1996) l'efficacité réduite du chlore à désactiver *Listeria monocytogenes* fixé sur des gants de latex en présence de nutriments organiques dans de l'eau ayant servi à faire bouillir des crabes. Pour créer des facteurs de marge de sécurité, des doses de désinfection plus élevées, avec des temps de contact plus longs, doivent être employés afin d'annuler les effets protecteurs des particules organiques.

La capacité des micro-organismes à se fixer sur les surfaces du matériel de transformation du poisson en créant des biofilms et donc de devenir plus résistants aux agents antimicrobiens est bien établie. Lorsque des pathogènes tels que *L. monocytogenes* sont présents sur les surfaces de travail sous forme de biofilm, ils sont plus résistants au chlore (Krysinski et al., 1992 ; Frank et Koffi, 1990).

## Conclusions

L'étendue de la contamination des poissons et des fruits de mer par des produits résultants de l'utilisation de composés chlorés n'a pas été évaluée et il n'existe pas d'évaluation pertinente des risques associés dans la littérature publiée. Les risques peuvent découler de la contamination des produits de la pêche par les sous-produits du chlore présent dans l'eau de traitement, ou des produits de réaction du chlore qui peuvent se former lorsque le chlore fait réagir les tissus comestibles des poissons.

Il est très peu vraisemblable que les consommateurs de produits de la pêche soient exposés à un risque quelconque découlant de l'utilisation du chlore pour le lavage et le nettoyage du matériel et des installations dans la mesure où de bonnes pratiques de fabrication sont respectées (c'est-à-dire, les surfaces de contact sont rincées à fond après application de solutions de chlore).

L'exposition des consommateurs aux sous-produits du chlore due à la consommation de poisson ayant été exposé à de l'eau traitée avec une dose maximale de 10 mg/l de chlore est probablement très faible. Cette estimation repose sur les hypothèses d'évaluation du risque dans le cas le plus défavorable concernant l'exposition au chloroforme due aux volailles traitées avec 30 mg/l de chlore qui indiquaient un risque supplémentaire minimal de cancer, ou même inexistant, provenant de cette source ; et sur les calculs d'évaluation de l'exposition basés sur les résultats obtenus en exposant des crevettes à 150 mg/l de chlore pendant 30 minutes et sur l'absorption de chlore. L'exposition des consommateurs aux sous-produits du chlore est due principalement à la chloration des eaux de traitement, et même en cas de faibles concentrations dans les produits crus de la pêche celles-ci seront pour la plupart perdues lors de la cuisson.

Le matériel organique présent dans les tissus comestibles du poisson et des produits de la pêche est sujet à des réactions d'oxydation et de chloration lorsqu'il est exposé à des solutions de chlore en milieu aqueux. Il y a peu de données en ce qui concerne la toxicité de ces composés organochlorés. Selon des résultats d'expérience qui doivent être bientôt publiés, il n'a pas été constaté d'activité mutagène dans des extraits de filets de poisson traités avec de l'eau contenant 20 mg/l de chlore.

S'il est recommandé de poursuivre les travaux dans ce domaine, les données scientifiques dont on dispose actuellement ne justifient pas la modification des concentrations recommandées par le Codex, soit 10 mg/l pour l'eau en contact direct avec les produits de la pêche. La chloration de l'eau utilisée dans la transformation du poisson et l'entretien des systèmes de distribution sont des points critiques pour éviter la contamination par des pathogènes transmis par l'eau et réduire l'incidence de la contamination croisée.

Des informations plus approfondies sont nécessaires en ce qui concerne les concentrations et la réactivité du chlore utilisé dans le secteur du poisson et des fruits de mer, l'identité et la toxicité des produits de réaction, et le niveau d'exposition des consommateurs à ces composés avant de dégager une conclusion sur les risques de l'utilisation du chlore dans la transformation du poisson.

**Références:**

Ahmed, F.E. (1991) Seafood Safety - Committee on the Evaluation of the Safety of Fishery Products, Food and Nutrition Board, Institute of Medicine, National Academy of Sciences. pp432. Publ: National Academic Press Washington, DC, USA.

ALINORM 97/13A. Rapport de la 29<sup>e</sup> session du Comité du Codex sur l'hygiène alimentaire, Washington DC, 23-28 juin 1996. FAO, Rome.

Beuchat, L.R., Nail, B.V., Adler, B.B. and Clavero, R.S. (1998). Efficacy of spray application of chlorinated water in killing pathogenic bacteria on raw apples, tomatoes and lettuce. *Journal of Food Protection* 61(10) 1305-1311.

Bremner, P.J. and Osborne, C.M. (1998). Reducing total aerobic counts and *Listeria monocytogenes* on the surface of king salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). *Journal of Food Protection* 61(7), 849-854.

Carlson, M. and Hardy, D. (1998). Controlling DBPs with monochloramine. *Journal of the American Water Works Association* 90(2), 95-103.

Cutter, C.N and Dorsa, W.J. (1995). Chlorine dioxide spray washes for reducing fecal contamination on beef. *Journal of Food Protection* 58(12), 1294-1296.

Cutter, C.N. and Siragusta, G.R. (1995). Application of chlorine to reduce populations of *Escherichia coli* on beef. *Journal of Food Safety* 15, 67-75.

El-Kest, S.E. and Marth, E.H. (1988). *Listeria monocytogenes* and its inactivation by chlorine: A review. *Lebensm. Wiss. Technol.* 21, 346-351.

Entz, R.C., Thomas, K.W. and Diachenko, G.W. (1982). Residues of volatile halocarbons in foods using headspace gas chromatography. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 30(5), 846-8494.

Eklund, M., Pelroy, G., Poysky, F., Paranjpye, R., and Peterson, M. (1997). Control of *Clostridium botulinum* and *Listeria monocytogenes* in smoked fishery products. pp. 290-301. In R.E. Martin, R.L. Collette and J.W. Slavin (eds). *Fish Inspection, Quality Control and HACCP - A Global Focus*, pp. 802. Technomic Publishing Company, Inc, Lancaster, USA.

Frank, J.F and Koffi, R.A. (1990). Surface-adherent growth of *Listeria monocytogenes* is associated with increased resistance to surface sanitizers and heat. *Journal of Food Protection* 53(7), 550-554.

Fukayama, M.Y., Tan, H., Wheeler, W.B. and Wei, C. (1986). Reactions of aqueous chlorine and chlorine dioxide with model food compounds. *Environmental Health Perspectives* 69: 267-274.

Ghanbari, H.A., Wheeler W.B. and Kirk J.R. (1981), The fate of hypochlorous acid during shrimp processing: a model system. *Journal of Food Science*, 47, 185-187, 197.

Haddon W.F., Binder, R.G., Wong, R.Y., Harden, L.A., Wilson, R.E., Benson, M. & Stevens, K.L. (1996). Potent bacterial mutagens produced by chlorination of simulated poultry chiller water. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44, 256-263.

Heikes, D.L. (1987). Pesticide and industrial chemical residues. *Journal of the Association of the Official Analytical Chemists* 70(2), 215-226.

Horth, H., Crathorne, B., Gwilliam, R.D., Palmer, C.P., Stanley, J.A. & Thomas, M.J. (1987). Techniques for the fractionation and identification of mutagens produced by water treatment chlorination. In: *Organic Pollutants in Water. Advances in Chemistry Series 214*. I.H. Suffet & M. Malaiyandi, (eds). Philadelphia, USA, American Chemical Society, pp659-675.

ILSI. (1993). *Safety of Water Disinfection: Balancing Chemical and Microbial Risks*. Edited G.F Craun. Publ. International Life Sciences Institute, Washington, DC, USA. 690pp.

James, W.O et al (1992). Effects of chlorination of chill water on the bacteriologic profile of raw chicken carcasses and giblets. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 22(1), 60-63.

Johnston, J.J., Ghanbari, H.A., Wheeler, W.B. and Kirk, J.R. (1983). Chlorine incorporation into shrimp. *Journal of Food Science* 48, 668-670.

- Krysinski, E.P., Brown, L.J. and Marchisello, T.J. (1992). Effect of cleaners and sanitizers on *Listeria monocytogenes* attached to product surfaces. *Journal of Food Protection* 55(4), 246-251.
- Lin, W.F., Huang, T.S., Cornell, J.A., Lin, C.M. and Wei, C. (1996). Bactericidal activity of aqueous chlorine and chlorine dioxide solutions in a fish model system. *Journal of Food Science* 61(5), 1030-1034.
- McCarthy, S.A. (1992). Attachment of *Listeria monocytogenes* to chitin and resistance to biocides. *Food Technology* 46(12): 84-86, 87.
- McCarthy, S.A. (1996). Effect of sanitizers on *Listeria monocytogenes* attached to latex gloves. *J. Food Safety*. 16(3), 231-237.
- Mast, M.G., McCarty, R.D., and Phillippy, B.Q. (1997). Use of radioactive Cl to determine distribution of chloride in poultry meat exposed to chillwater. *Poultry Science* 56, 2022-2025.
- NRC. (1988). National Research Council: Poultry Inspection: The basis for a risk assessment approach. National Academy Press: Washington, DC.
- Owusu-Yaw, J., Toth, J.P., Wheeler, W.B. & Wei, C.I. (1990). Mutagenicity and identification of the reaction products of aqueous chlorine or chlorine dioxide with L-tryptophan. *Journal of Food Science*, 55, 1714-1719, 1724.
- Otterstetter, H. and Craun, G. (1997). Disinfection in the Americas: A necessity. *Journal of the American Water Works Association* 89(9), 8-9.
- Richardson, S.D., Thruston, A.D, Caughran, T.V., Collette, T.W., Patterson, K.S., and Lykins, B.W. (1998). Chemical by-products of chlorine and alternative disinfectants. *Food Technology* 52(4), 58-61.
- Robinson, D., Mead, G.C. and Barnes, K.A. (1981). Detection of chloroform in the tissues of freshly eviscerated poultry carcasses exposed to water containing added chlorine or chlorine dioxide. *Bull. Environm. Contam. Toxicol.* 27, 145-150.
- Schade, J.E. Tsai, L-S., Tong, L., Wilson, R. & MacGregor, J.T. (1990). Extraction of mutagens from chlorinated poultry chiller water. *Journal of Food Science*, 55, 635-639, 657.
- Sen, A.C., Owusu-Yaw, J., Wheeler, W.B. and Wei, C.I. (1989). Reactions of aqueous chlorine and chlorine dioxide with tryptophan, N-methyltryptophan, and 3-indolelactic acid: kinetic and mutagenicity studies. *Journal of Food Science* 54(4), 1057-1060.
- Tsai, L-S., Wilson, R. & Randall, V. (1997). Mutagenicity of poultry chiller water treated with either chlorine dioxide or chlorine. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45, 2267-2272.
- Watson, R. (1996). A review of water disinfection technology to determine suitable equipment for use at sea for the disinfection of seawater. *Seafish Report Number 497*, The Sea Fish Industry Authority, UK.
- Watson, P. and Prout, P. (1996). Technical development to improve hygiene in the inshore shrimp industry. *Seafish Report Number SR 466*, The Sea Fish Industry Authority, UK.
- Wei, C.I., Cook, D.L. and Kirk, J.R. (1985). Use of chlorine compounds in the food industry. *Food Technology* 39(1), 107-115.
- OMS, (1994). Critères d'hygiène de l'environnement 163; Chloroforme. Programme international sur la sécurité des substances chimiques. Organisation mondiale de la santé, Genève.
- OMS. (1995). Application de l'analyse des risques dans le domaine des normes alimentaires- Rapport de la Consultation mixte d'experts FAO/OMS, 13-17 mars 1995. WHO/FNU/FOS/95.3. Organisation mondiale de la santé, Genève.
- OMS (1996). Directives pour la qualité de l'eau potable. Deuxième édition, Volume 2. Critère sanitaire et autres informations générales. Organisation mondiale de la santé, Genève.
- OMS. (1998). Désinfectants et sous-produits des désinfectants. Programme international sur la sécurité des substances chimiques, critères d'hygiène de l'environnement, Projet de rapport du groupe de travail . PCS/EHC/98.11. Organisation mondiale de la santé, Genève.

OMS. (1998a). Décontamination de la surface des fruits et des légumes consommés crus: examen. WHO/FSF/FOS/98.2. Unité chargée de la salubrité des aliments, Organisation mondiale de la santé, Genève.

OMS, (1998c). GEMS/Régimes alimentaires régionaux. Consommation alimentaire par personne de produits agricoles crus ou semi-transformés par région. WHO/FSF/FOS/98.3. Unité chargée de la salubrité des aliments, Organisation mondiale de la santé, Genève .

**TABLEAU 1: RECOMMANDATIONS POUR LE CHLORE UTILISÉ DANS LA TRANSFORMATION DU POISSON**

<b>PAYS</b>	<b>Recommandations nationales relatives à la concentration du chlore dans l'eau entrant en contact avec le poisson et les produits de la pêche. (mg/l résidus de chlore)</b>	<b>Dosages utilisés pour les opérations de nettoyage du matériel et des bâtiments (mg/l)</b>	<b>Type de composés chlorés utilisés, recommandés ou autorisés</b>	<b>Normes nationales pour les résidus de chlore ou de sous-produits de chlore dans les poissons et produits de la pêche</b>
Belgique	Cf. Directives Codex	Cf. Directives Codex	Gaz chlore, hypochlorite	Aucune
Canada	7,0 maximum	Pas de limites pour le nettoyage mais rinçage approfondi requis après application	Gaz chlore, hypochlorite de sodium, hypochlorite de calcium et dioxyde de chlore.	Aucune
Chine	0,05 à 0,3	Non spécifié	Hypochlorite de sodium	Aucune
Danemark	Aussi faible que possible.	Approximativement 200	Hypochlorite pour désinfection; Gaz chlore pour eau	Aucune
Finlande	0,1	Non spécifié	Nombreux composés différents	Normes pour l'eau potable
France	0,1	Normes pour l'eau potable	Chlore, chlore gazeux et hypochlorite de sodium	Aucune
Islande	1,0	Non spécifié – rinçage avec eau potable requis après application	Non spécifié	Aucune
Japon	1,0	Non spécifié	Hypochlorite de sodium, hypochlorite concentré	Aucune
Lituanie	0,3	Normes eau potable	Hypochlorite de sodium, chloramine, Produits commerciaux	Aucune
Maroc	0,25 à 0,5	100 à 200	Non spécifié	

<b>PAYS</b>	<b>Recommandations nationales relatives à la concentration du chlore dans l'eau entrant en contact avec le poisson et les produits de la pêche. (mg/l résidus de chlore)</b>	<b>Dosages utilisés pour les opérations de nettoyage du matériel et des bâtiments (mg/l)</b>	<b>Type de composés chlorés utilisés, recommandés ou autorisés</b>	<b>Normes nationales pour les résidus de chlore ou de sous-produits de chlore dans les poissons et produits de la pêche</b>
Nouvelle-Zélande	0,3	Jusqu'à 200; matériel difficile à nettoyer jusqu'à 400; opérations de mise en conserve 5,0	Dioxyde de chlore; hypochlorite concentré; composés à base d'hypochlorite.	Aucune.
Afrique du Sud	0,5 ou moins	100-200	Gaz chlore, hypochlorite de sodium, hypochlorite de calcium, gaz bromure de chlore et dioxyde de chlore.	Aucune
Suisse	0,1	Normes eau potable	Gaz chlore, hypochlorite de sodium, dioxyde de chlore	Aucune
Thaïlande	2 – 10	Bains pour gants 50 - 100 Ustensiles 50 – 300 Matériel 300 - 500 Sols et murs 1000-5000	Sodium/hypochlorite de calcium, gaz chlore	Aucune
Etats-Unis	10 limite maximale	Réglémenté en fonction du composé chloré utilisé	Gaz chlore, Hypochlorites de sodium et de potassium, dioxyde de chlore	Aucune
Codex	10 limite maximale	100 limite maximale	Non spécifié	Aucune
ANASE <sup>1</sup>	2 ou concentration équivalente à d'autres agents autorisés			

<sup>1</sup> ANASE-Canada Projet de technologie des pêcheries après capture , 1977.

**TABLEAU 2 : CONSOMMATION ALIMENTAIRE RÉGIONALE PAR PERSONNE.**  
**(BASÉ SUR GEMS/DONNÉES ALIMENTAIRES, OMS, 1998)**

(en grammes par personne et par jour)

<b>Régimes alimentaires régionaux</b>					
<b>PRODUIT</b>	<b>Moyen-Orient</b>	<b>Extrême-Orient</b>	<b>Afrique</b>	<b>Amérique latine</b>	<b>Europe</b>
<b>Viande de poulet</b>	<b>30,5</b>	<b>11,5</b>	<b>5,5</b>	<b>25,3</b>	<b>44,0</b>
<b>Poisson pélagique marin frais</b>	<b>4,3</b>	<b>5,8</b>	<b>12,9</b>	<b>7,0</b>	<b>3,8</b>
<b>Crustacés frais/congelés</b>	<b>0,3</b>	<b>2,3</b>	<b>0,0</b>	<b>1,5</b>	<b>3,0</b>
<b>Diadromes frais</b>	<b>1,3</b>	<b>5,3</b>	<b>4,7</b>	<b>1,3</b>	<b>1,5</b>
<b>Poisson démersal marin frais</b>	<b>2,0</b>	<b>3,0</b>	<b>2,4</b>	<b>0,0</b>	<b>9,0</b>
<b>Poisson marin frais/congelé*</b>	<b>2,8</b>	<b>5,2</b>	<b>5,1</b>	<b>18,3</b>	<b>2,8</b>
<b>Total légumes</b>	<b>233,0</b>	<b>178,9</b>	<b>77,0</b>	<b>150,4</b>	<b>371,6</b>
<b>Total fruits</b>	<b>204,4</b>	<b>85,4</b>	<b>94,7</b>	<b>271,3</b>	<b>212,4</b>

\* Non pris en compte dans les autres rubriques