



sisippa 89

INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON INTEGRATED APPROACHES  
TO WATER POLLUTION PROBLEMS

SYMPOSIUM INTERNATIONAL SUR DES SOLUTIONS INTÉGRÉES  
POUR DES PROBLÈMES DE POLLUTION DE L'EAU

SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE SOLUÇÕES INTEGRADAS  
PARA PROBLEMAS DE POLUIÇÃO DA ÁGUA

**APPROCHE SANITAIRE DE LA FIXATION DES NORMES  
POUR LA QUALITE DE L'EAU DESTINEE  
A LA DISTRIBUTION PUBLIQUE ET AUX LOISIRS**

**SANITARY APPROACH OF THE STANDARDIZATION  
FOR DRINKING WATER AND RECREATIONAL WATER QUALITY**

**Philippe G. HARTEMANN<sup>1</sup>**

**RESUME**

La fixation des normes dans le domaine de l'eau doit reposer sur des bases scientifiques et épidémiologiques indiscutables pour éviter les critiques et difficultés d'application dans un contexte technique et financier parfois difficile. En raison des lacunes dans les connaissances nécessaires à ces bases, il convient d'adopter une approche sanitaire, typique d'une démarche de santé publique. Des exemples d'application de cette démarche permettent d'illustrer son utilisation dans le cas des eaux d'alimentation et des eaux pour les piscines.

**MOTS-CLES :**

Norme eaux d'alimentation, Normes eaux de loisirs, Composés toxiques, Microorganismes et indicateurs.

**ABSTRACT**

Setting standart for drinking and recreational water quality lays down scientific and epidemiological unquestionable bases for avoiding criticism and application problems in a technical and financial context often difficult. Because of lacks in the obligatory knowledges for these bases, it is necessary to accept a sanitary approach, typical for au public health proceeding. Some examples of application allow to illustrate the use of this procedure in the case of drinking and recreational waters.

**KEY-WORDS :**

Drinking Water Standarts, Recreational Water Standarts, Toxic compounds, Microorganisms and Indicators.

(1) Professeur, Directeur du Laboratoire d'Hygiène et de Recherche en Santé Publique - Faculté de Médecine de Nancy, B.P. 184 54505 VANDŒUVRE LES NANCY - FRANCE

## 1. INTRODUCTION

Dans les pays en voie de développement, les maladies diarrhéiques constituent la principale pathologie liée aux eaux d'alimentation, tandis que les parasitoses représentent le principal risque lié au contact cutané avec l'eau. Les renseignements fournis par l'OMS dans le cadre des programmes de lutte contre les maladies diarrhéiques indiquent que 1/3 environ de tous les décès d'enfants âgés de moins de 5 ans sont liés à ces maladies et que ces enfants pourraient passer jusqu'à 15 à 20 % des deux premières années de leur existence à souffrir de diarrhée. On enregistre en 1980 dans ces pays environ 1 milliard d'épisodes de diarrhées et selon les estimations 5 millions de décès d'enfants âgés de moins de 5 ans, soit 10 décès à la minute.

En revanche, dans les pays développés à haut niveau sanitaire, les grandes épidémies (choléra, dysentérie, fièvres typhoïdes et paratyphoïdes) ont disparu en raison des mesures d'hygiène mises en oeuvre et de l'existence de réseaux de distribution d'eau de bonne qualité microbiologique. Les infections liées à l'eau de boisson qui subsistent sont des gastro-entérites épidémiques ou sporadiques et les contaminations proviennent pour la plupart d'absence ou d'incident de traitement de désinfection ou de problèmes survenus sur le réseau de distribution. Mais les pollutions sont surtout de nature physico-chimique et les contrôles de qualité prennent de plus en plus en compte la surveillance de paramètres chimiques, toxiques potentiels liés au développement des rejets habituels ou accidentels. Le développement très important des loisirs et en particulier des activités liées au milieu aquatique (baignade et nage, canotage et voile, plongée, thérapie, etc...) a lui, engendré une augmentation du risque infectieux lié à la contamination de l'eau avec des modes d'expression pathologique très divers (gastro-entérites, pathologie ORL, cutanéomuqueuse, respiratoire, etc...).

Ainsi les situations épidémiologiques sont très différentes, nécessitant une approche sanitaire spécifique pour la fixation des normes de qualité des eaux destinées à la distribution et aux loisirs. Le développement du tourisme à longue distance entraîne en outre la nécessité de prendre en compte des risques spécifiques. Ceux-ci sont liés à l'introduction d'une population à statut immunitaire particulier au sein d'une collectivité souvent immunisée très tôt du fait du bas niveau d'hygiène et donc non touchée par une pathologie d'origine hydrique ou alimentaire qui s'exprimera en revanche très clairement chez les non immunisés (ex. épisodes de "tourista"). Un agent infectieux avec qui toute une communauté vit impunément en équilibre est pathogène pour ceux qui y sont exposés pour la première fois et doivent s'y adapter.

C'est pourquoi, il n'est pas possible d'avoir une approche stéréotypée de la fixation de normes concernant l'eau. La situation épidémiologique et les objectifs à atteindre nécessitent que soit organisée une réflexion approfondie avant toute prise de décision. Le simple fait de transcrire une norme issue d'un autre pays dans sa propre législation n'est pas une démarche adaptée. Un exemple peut être donné avec la concentration maximale admissible en fluor dans les eaux de boisson. Toutes les enquêtes épidémiologiques réalisées en pays développé (... et à climat tempéré) montrent qu'une concentration voisine de 1 mg/l est non seulement parfaitement tolérée, mais aussi souhaitable pour la prévention de la carie dentaire et de l'ostéoporose. Ceci représente un apport moyen de 1 à 8 mg de fluor par jour dans le cadre d'un régime alimentaire traditionnel et d'habitudes de boisson normales. En revanche, dans un pays à climat plus aride, il a été démontré que plusieurs centaines de milliers de personnes souffraient d'une intoxication fluorée grave avec une concentration en fluor dans l'eau de 2 mg/l alors qu'en France, nous n'avons jamais retrouvé un tel niveau d'atteinte dans une population consommant depuis 15 ans une eau fluorée à 12 mg/l. Pourquoi cette différence ?

Dans cette zone aride, les habitants boivent bien sûr un volume d'eau plus important qu'un pays tempéré. De plus, la boisson nationale est le thé, végétal qui contient beaucoup de fluor à lui seul. Les légumes sont cultivés avec l'eau fluorée et contiennent donc une teneur en fluor plus importante que ceux issus des autres régions. Enfin les dattes, autre aliment très consommé, sont elles aussi riches en fluor. Ainsi, le calcul de la ration journalière moyenne en fluor permet d'aboutir à des chiffres compris entre 20 et 40 mg selon les individus. Même en ramenant la concentration maximale admissible du fluor à 1, voire 0,5 mg/l, ce régime

alimentaire conduira quand même à une intoxication. Il n'y a ni autre ressource en eau, ni possibilité de traitement ramenant la teneur à 0,1 mg/l de façon économiquement supportable. Que faire sinon fixer une CMA recopiée des pays occidentaux et donc dangereuse dans ce pays ou fixer une CMA très basse, gage de sécurité, mais totalement inapplicable ??

Dans la suite de cet exposé, nous chercherons à présenter de manière générale la démarche de Santé Publique à suivre pour la préparation de la norme, puis nous illustrerons les étapes de cette intervention par quelques exemples.

## **2. DEMARCHE DE SANTE PUBLIQUE APPLIQUEE A LA FIXATION DES NORMES**

Cette démarche très classique en Santé Publique se développe au travers des étapes suivantes très bien décrites par TRICARD :

- constatation de troubles ou crainte de risques pour la santé (= identification du problème),
- connaissance des phénomènes intervenant dans l'apparition des troubles ou du risque,
- définition des objectifs à atteindre en terme de Santé,
- choix des priorités en fonction des contraintes,
- détermination des solutions possibles et des stratégies de mise en oeuvre,
- choix de la solution et de la stratégie de mise en oeuvre,
- évaluation des résultats et correction éventuelle.

### **2.1 - Identification du problème**

Des problèmes peuvent se manifester, soit par l'apparition de cas de maladies, et le problème est celui de leur connaissance par les autorités responsables, soit par l'existence d'un risque potentiel pour la population.

Dans le premier cas, les données statistiques nationales ou régionales sont malheureusement pratiquement inexistantes, qu'il s'agisse de pays développés (à part quelques exceptions, telles que les USA, le ROYAUME UNI, etc...) ou de pays en développement.

S'il s'agit de touristes, la maladie se déclarera le plus souvent à leur retour dans leur pays d'origine et la rétro-information, même par le canal des autorités sanitaires est faible sinon très difficile (circonstances de contamination ?). Pour aider à mieux définir la politique de santé, une bonne connaissance épidémiologique est indispensable et représente une priorité.

Dans le cas de l'existence d'un risque potentiel n'ayant pas encore, et heureusement, entraîné l'apparition de troubles, la connaissance des autorités sanitaires est trop souvent attirée par la constatation de conséquences sur la flore et/ou la faune (pollution chimique par exemple) et l'intervention sera bien tardive. Une identification prospective est rare et ne peut reposer que sur une analyse fine de la situation écologique, industrielle (stockage et/ou rejets de produits divers), etc... qui nécessite un système préventif très élaboré (inspections, contrôles a priori, contrôles analytiques, etc...).

### **2.2 - Connaissance des phénomènes**

Si dans le domaine des maladies infectieuses d'origine hydrique de nombreuses connaissances existent sur la relation entre microorganisme et pathologie, le passé récent a bien montré des lacunes (ex. *legionella*). Dans le domaine de la chimie et de la toxicologie, la situation est encore moins brillante et il reste beaucoup à apprendre pour fixer des CMA de façon la moins empirique possible (ex. herbicides de type triazine). Ces lacunes sont surtout flagrantes dans les effets sur la santé des faibles doses.

De même, les connaissances sont très irrégulières sur le devenir des agents ou produits susceptibles d'avoir un retentissement sur la santé, dans l'environnement ou au cours des filières de traitement. Si le devenir des pathogènes classiques est maintenant bien compris, les lacunes sont complètes pour ce qui concerne les agents infectieux nouvellement décrits et de nombreuses

molécules chimiques. Pour ces dernières, un traitement de désinfection au chlore est parfois néfaste lorsqu'il produit des molécules plus toxiques.

### **2.3. Fixation des objectifs et recensement des contraintes**

En terme de santé, on peut définir ainsi les objectifs :

. la mortalité liée aux maladies infectieuses d'origine hydrique doit être nulle et la morbidité très faible, de façon à ne pas ajouter une incidence supplémentaire significative au sein de la population,

. la mortalité liée aux composés chimiques doit être également nulle et la morbidité au niveau du risque acceptée pour d'autres domaines, ce qui n'est pas très facile à déterminer comme on le verra plus loin selon que les produits font partie de ceux ayant des effets stochastiques ou non stochastiques et que ces effets ne sont pas bien connus en fonction de la dose.

Les contraintes sont constituées par les moyens techniques et financiers disponibles, les lacunes éventuelles des connaissances et le fait que la législation d'un pays doit souvent intégrer les dispositions prises au niveau international. Lorsque des directives existent (ex. directives CEE), leur application à des pays très diversifiés, bien que faisant partie de cette communauté, pose des difficultés importantes. Ces contraintes sont donc constituées de règles applicables à la conception et la gestion des installations qu'il faudra souvent faire évoluer, de normes comportant un coefficient de sécurité, d'une réglementation imposant des difficultés juridiques ou administratives et d'acteurs publics ou privés dont les intérêts sont parfois contradictoires.

### **2.4. Choix des priorités en fonction des contraintes**

Il convient de déterminer des priorités pour assurer la santé des populations en tenant compte du fait que les moyens disponibles sont en général limités. Les priorités porteront non seulement sur les normes mais aussi et surtout sur les moyens techniques permettant de les respecter (qualité de la ressource, filières de traitement, conditions de distribution) et les structures (hommes et matériel) chargées de les mettre en oeuvre.

### **2.5. Détermination et choix des solutions possibles et de stratégies de mise en oeuvre**

Après l'identification de problèmes, il est souhaitable de comparer plusieurs solutions alternatives permettant de répondre et de prendre les décisions les plus efficaces possibles. Chaque solution doit prendre en compte les modifications nécessaires en terme de traditions, règles de l'art, pratiques techniques et règles administratives... et problèmes financiers.

Parmi ces diverses solutions imaginées, il conviendra de retenir la solution la plus adaptée et de définir la stratégie de sa mise en oeuvre en fonction des objectifs définis, des priorités retenues et des contraintes.

### **2.6. Evaluation et correction éventuelle**

L'évaluation de la pertinence de la solution retenue est essentielle. Elle va se faire au moyen d'enquêtes épidémiologiques suivant l'état de santé de la population, d'études sur le terrain, de l'application de la norme et des problèmes rencontrés, d'exploitation d'informations recueillies régulièrement lors du fonctionnement normal du système de santé. En fonction des résultats obtenus, une évolution de la norme peut être décidée ou accélérée si elle avait été prévue. Le système dans son ensemble peut être corrigé, si nécessaire, en particulier lorsqu'il apparaît des difficultés d'application ne remettant pas en cause le bien fondé de la norme mais son environnement.

Ce schéma présente de façon simplifiée la démarche utilisée pour la fixation des normes et nous l'illustrerons de quelques exemples afin de montrer l'importance de la réflexion dans la prise de décision sanitaire.

### 3. EXEMPLES D'APPLICATION

Nous avons choisi de nous intéresser à quelques cas précis illustrant les difficultés de la fixation des normes ; les produits à effet pathologique à effet stochastique et non stochastique dans les eaux d'alimentation (produits cancérigènes et fluor), les eaux destinées aux loisirs.

#### 3.1. Effets pathologiques

Lorsque l'on s'intéresse à l'effet des produits toxiques, il apparaît que l'on peut ranger ceux-ci en deux grandes classes selon l'existence ou non d'une relation don-effet.

##### 3.1.1. Produits à effets déterministes ou non stochastiques

Ces produits se caractérisent par l'existence d'un effet non pathologique en lui-même, mais dont l'importance croît avec la dose et entraîne à partir d'une certaine dose un état pathologique dont la gravité est fonction de la dose reçue.

L'existence de cette relation dose-effet est caractérisée par la sensibilité de chaque individu et le rôle de restauration que joue un étalement dans le temps de l'exposition. ainsi, sur une population dont les individus sont hétérogènes en sensibilité, l'exposition du toxique induira une réponse dont la courbe a un aspect sigmoïde (pas de réponse pour les doses faibles, augmentation progressive de la fréquence des atteintes en fonction de la dose, puis phase plateau).

Le fluor est un excellent exemple de ce type de produits.

##### 3.1.2. Produits à effets probabilistes ou stochastiques

Ces produits se caractérisent par l'absence d'une relation don-effet, la gravité de la pathologie étant indépendante de la cause et de son intensité (dose). La pathologie existe chez des témoins non exposés, mais sa fréquence augmente en présence du toxique, sans cependant que sa nature et sa gravité soient différentes par rapport aux témoins. Les effets constatés sont tardifs et comme exemple on peut citer les leucémies et cancers, les anomalies génétiques, les embryos et foetopathies.

Le caractère de ces pathologies est purement probabiliste et l'on peut trouver des relations dose-réponse ne mettant pas en évidence d'effet aux faibles doses par rapport à la population témoin, puis une augmentation de l'incidence des phénomènes pathologiques lorsque la dose augmente.

##### 3.1.3. Principes de la fixation des normes

La fixation des normes doit reposer sur les bases suivantes :

- . protection "absolue" contre les produits à effets non stochastiques. Il conviendra de fixer les limites de dose assez basses pour que les doses accumulées au cours de la vie restent très inférieures aux seuils à partir desquels ces effets apparaissent lors d'une exposition chronique, comme par exemple avec l'eau de boisson. L'existence de données expérimentales (relation dose-effet) chez les animaux, voire les populations humaines, et/ou épidémiologiques facilitera grandement la fixation des normes admissibles compte tenu des marges de sécurité acceptables.

- . réduction de l'incidence éventuelle des produits à effet stochastique pour la population exposée à un niveau comparable à celui accepté pour des activités de la vie quotidienne.

Cette notion est plus discutable puisque la population accepte de bon gré l'exposition à risques tels que le tabac, l'alcool, la circulation automobile, gros pourvoyeurs d'effets pathologiques (cancers, mort, etc...), mais n'acceptera pas le plus petit risque lié à un produit ou comportement ne dépendant pas de non libre arbitre. Or, il est impossible d'exclure toute possibilité d'induction de cancer, de leucémie ou d'anomalie génétique (qui existent de façon spontanée en-dehors de l'exposition à un quelconque risque) sauf à introduire tout produit organique. On limitera donc au maximum la dose admissible de façon à ne pas dépasser l'incidence spontanée des

pathologies au sein de la population.

### 3.2. Application de ces notions au fluor et à la Simazine

Confrontés à l'existence de fluor dans l'eau de certaines communes du Nord Meusien (de 0 à 12 mg/l selon les communes), nous avons pu constater différents effets pathogènes sur la population (hypoplasie dentaire, ostéocondensation radiologique, douleurs ostéoarticulaires, etc...), ce qui nous a conduit à effectuer une enquête épidémiologique sur la population exposée (HARTEMANN P. 1985).

Celle-ci a été réalisée grâce à la collaboration de l'antenne de Verdun du Centre de Médecine Préventive de Nancy au moyen d'un bilan de santé des habitants volontaires des cantons intéressés (soit 749 personnes) en 1977-1978. Cet échantillon, potentiellement biaisé quant à l'âge et à la motivation, a été ensuite réparti en trois groupes après élimination de 32 dossiers inexploitable : groupe témoin issu des communes distribuant une eau contenant moins de 0,1 mg/l de fluor (222 sujets), groupe issu des communes avec une eau contenant de 1 à 2 mg de fluor par litre (439 sujets), groupe issu des communes dont le taux de fluor était supérieur à 7 mg/l (156 sujets). Cette étude a permis de montrer la variation de l'indice C.A.O. (dents cariées, absentes et obturées) selon la catégorie de communes d'habitation des sujets, avec une amélioration nette dans la population de 15 à 35 ans dans les groupes 1 à 2 mg/l et supérieur à 7 mg/l. De même, on a pu étudier la relation dose-effet en faisant l'hypothèse de la validité de la déclaration de consommation d'eau du robinet. Cette relation dose-effet existe avec une probabilité supérieure à 0,9999 (pour  $X =$  dose moyenne journalière de fluor en mg, et pour  $Y =$  degré d'hypoplasie, on a  $X = 1,542 Y + 1,4$ ).

La dose journalière de fluor hydrique correspondant à un degré d'hypoplasie 0 est de 1,4 mg, tandis que la consommation de 2,94 mg de fluor par jour conduit à une hypoplasie dentaire moyenne de stade 1 (émail présentant de légères modifications de la transparence).

La pathologie ostéo-articulaire est apparue minime par rapport à ce que nous craignons par référence aux données de la littérature ; les bilans radiologiques complets effectués chez des adultes volontaires n'ont permis de trouver que des atteintes d'ostéocondensation nettes, mais pas gravissimes, chez les sujets consommant journalièrement plusieurs litres d'eau à 12 mg de fluor.

Cette constatation nous a conduit à réaliser une autre enquête épidémiologique plus extensive, avec un questionnaire alimentaire complet sur un ensemble de 1898 personnes des cantons intéressés. Les résultats ont été exprimés non plus selon la commune d'habitation, mais selon la consommation calculée de fluor, de produits lactés et de produits sucrés, par classes d'âge de 10 ans, de 0 à 60 ans.

Nous avons calculé une relation dose-effet en mettant en rapport la consommation totale calculée de fluor entre 0 et 7 ans et le degré d'hypoplasie (de 0 à 6) pour 1901 sujets ayant été soumis à absorption d'eau fluorée. La linéarité est excellente sur le plan statistique et conduit à un indice de 1 pour la consommation de 11 g de fluor, de 2 pour 23,5 g et de 4 pour 47 g. La droite reste sensiblement identique lorsque l'on exclut 161 sujets ayant absorbé moins de 2 g de fluor de 0 à 7 ans. Mais surtout cette étude nous a permis de calculer, en fonction de l'âge et de la consommation de sucre, l'indice C.A.O. des sujets absorbant du fluor et de la comparer à celui constaté lors de l'examen dentaire. La protection du fluor est très nette puisque, sur 87 sujets ayant absorbé de 0 à 7 ans 2 à 8 g de fluor, le C.A.O. réel est de 12 pour 29 calcul ( $p = 2 \times 10^{-5}$ ) et sur 45 sujets ayant consommé plus de 24 g de fluor, le C.A.O. réel n'est que de 1,7 pour un C.A.O. calculé de 28,5 ( $p < 10^{-6}$ ). L'effet anticarie du fluor est particulièrement net.

Ces enquêtes nous ont permis de conclure à la quasi innocuité, dans les conditions alimentaires de la région, de la distribution d'eau contenant moins de 3 mg de fluor par litre, puisque l'hypoplasie dentaire moyenne correspondante est de 1 (émail un peu laiteux), la protection anticarie excellente et les atteintes ostéoarticulaires inexistantes. La législation française prise en application des directives de la C.E.E. tient compte de ces constatations. Si la CMA a été fixée à 1,5 mg/l, la distribution d'eau jusqu'à 3 mg/l en fluor a été tolérée, le temps que des travaux aient été effectués pour ramener la concentration à l'optimum.

Pour ce qui concerne la simazine, herbicide appartenant à la famille des Triazines, la situation est bien plus compliquée. Cette molécule est souvent présente dans les eaux de nappes situées sous des terres agricoles à des teneurs accédant largement la directive CEE appliquant à chaque substance dite pesticide la CMA de 0,1 ug/l (on retrouve couramment des valeurs

chaque substance dite pesticide la CMA de 0,1 ug/l (on retrouve couramment des valeurs supérieures à 1 ug/l !!). Les données toxicologiques disponibles sont concordantes pour affirmer la très faible toxicité de cette molécule. Les données épidémiologiques sont nulles. Que doit-on faire ? Proposer comme le gouvernement italien une CMA réaliste par rapport aux teneurs mesurées et donc 10 à 50 fois supérieure à la valeur générale CEE... pour se faire condamner par le tribunal européen ! Doit-on fermer les yeux et ne pas doser cette substance dans les analyses ? Doit-on chercher à respecter la CMA de 0,1 ug/l... ce qui va poser des problèmes graves ?

### 3.3. Normes sanitaires et eaux de loisir

La désinfection des eaux de piscine est réalisée depuis des décennies avec des procédés traditionnels (chloration, bromation, voire ozonation), au caractère oxydant puissant et dont l'activité antibactérienne et antivirale n'est pas mise en doute. L'irruption sur le marché d'autres procédés (biguanide, Cu-Ag, peroxyde d'hydrogène, etc...), utilisés en piscines privées, mais que leurs promoteurs cherchent à implanter dans les piscines publiques ou les piscines des collectivités a conduit à s'interroger sur leurs propriétés désinfectantes dans des conditions d'usage plus sévères et sur leurs propriétés toxicologiques. En effet, leur principal argument de vente est fondé sur leur excellente tolérance pour les usagers malgré la présence d'une concentration résiduelle importante par opposition aux inconvénients signalés par de nombreux usagers des piscines désinfectées au chlore.

On a jusqu'à une période récente accusé les combinaisons du chlore avec les molécules aminées présentes dans l'eau des piscines (sueur, urine) d'être responsables des phénomènes d'irritation oculaire et rhino-pharyngée dont se plaignent souvent les baigneurs. Or, il apparaît que les diverses chloramines ne sont pas les seules responsables et que les trihalométhanes (THM) formés par combinaison du chlore avec des molécules carbonées à courte chaîne sont certainement impliqués dans des phénomènes d'irritation respiratoire et probablement oculaire.

Parmi les trihalométhanes, le chloroforme est souvent dosé et sa concentration dans l'air ou à l'interface eau-air dépasse souvent largement les concentrations maximales admises par la législation du travail pour une exposition prolongée. Divers incidents respiratoires sont survenus à l'occasion de mises en route de nouvelles installations ou de modification survenues après des travaux d'isolation sur la climatisation et des pompes à chaleur avec un recyclage. Ils ont bien démontré la réalité du problème. Des teneurs en chloroforme dans l'eau de 150 ug/l sont considérées comme moyennes aux USA (BEECH, 1980) et on a pu mesurer jusqu'à 700, voire 1300 ug/l en THM.

On estime qu'un nageur faisant deux heures d'entraînement dans un bassin contenant 150ug/l de chloroforme dans l'eau et environ 2,5 mg/m<sup>3</sup> d'air à l'interface eau-air est soumis aux flux de chloroforme suivants (HARTEMANN et al., 1989)

Entrées	- inhalation	12 mg
	- absorption	0,7 mg
	- autres voies	0,2 mg
TOTAL		12,9 mg
Sortie	- expiration pendant entraînement	6 mg
	- expiration après entraînement	1,9 mg
	TOTAL	7,9 mg

Ainsi 9 mg de chloroforme doivent être métabolisés. Pour le personnel employé par la piscine, cette valeur peut être estimée à 1 mg/jour...à comparer aux concentrations admises dans les ambiances de travail et à la CMA de 100 ug/l proposée aux USA et dans la CEE pour l'eau de boisson dont on ne consomme journalièrement qu'environ 2 litres ! Il semble que la législation devrait prendre en compte les multiples usages de l'eau de loisirs. Un nageur de compétition ou un bébé nageur devrait bénéficier d'une eau contenant moins de produits de désinfection et/ou de

que les teneurs en THM peuvent être très différentes d'une piscine à l'autre en fonction de la qualité de l'eau en dehors des autres paramètres de traitement décrits dans la littérature.

L'adsorption de ces THM par voie respiratoire et par voie cutanéomuqueuse est importante et représente des quantités pouvant dépasser les valeurs de la législation du travail. Le dosage de ces composés dans l'eau, mais aussi dans l'air pourrait être pris en compte lors d'une révision de la législation qui devrait à notre avis séparer deux types d'installation selon leurs usagers avec des CMA différentes.

Sur le plan microbien, la même dualité apparaît. En effet, les microorganismes classiquement recherchés d'après la législation sont, soit des indicateurs de contamination (Coliformes, Staphylocoques, *Ps. aeruginosa*), soit des indicateurs d'efficacité de traitement (Streptocoques). Si la présence de *Ps. aeruginosa* est probablement sans incidence pour un baigneur occasionnel, elle est inquiétante pour des bébés nageurs et tous ceux qui restent longtemps la tête dans l'eau. On retrouve d'ailleurs une plus grande fréquence d'otites à Bacille pyocyanique chez des nageurs de compétition fréquentant des bassins contaminés.

La présence de mycobactéries, très résistantes aux traitements de désinfection, n'est pas recherchée classiquement. Ces bactéries peuvent cependant être présentes dans certains bassins (DAILLOUX et al., 1980) et poser un problème sanitaire pour les personnes présentant des excoriations cutanées qui sont des portes d'entrée classiques. Le risque est donc plus grand dans les établissements possédant des toboggans, "rivières sauvages", etc... où les usagers se blessent assez souvent, tandis que le risque est plus faible dans un bassin fréquenté par des nageurs de compétition.

Les *Legionella* sont éventuellement dangereuses par inhalation. Le risque est donc réel dans toutes les installations avec des mouvements d'eau (cascades, bains bouillonnants, spas, etc...) ainsi que par les climatisations et les douches. En revanche, il est nul dans une piscine en plein air utilisée pour le loisir.

Ces quelques exemples concourent à justifier des contrôles spécifiques pour des usages de l'eau bien particuliers, piscine pour loisirs ou bassin d'entraînement, etc...).

#### 4. CONCLUSION

La fixation des normes pour le contrôle sanitaire des eaux et un exercice très difficile car les données nécessaires ne sont pas toutes connues ; les usagers sont très divers et le raisonnement et la marge de sécurité doivent toujours tenir compte des effets sur les personnes les plus fragiles (ex. enfants)p. De nombreuses normes mériteraient d'être réévaluées et leur transposition dans un pays doit être très réfléchi car les conditions locales risquent de détruire tout le raisonnement qui a permis de les établir dans une autre région où la valeur était logique. Un gros travail reste nécessaire à ce sujet tant en toxicologie qu'en microbiologie afin de garantir une eau surveillée avec les mêmes garanties de sécurité quels que soient le pays et l'usage.

#### BIBLIOGRAPHIE

- BEECH, A.J. - "Estimated worst case trichloromethane body burden of a child using a swimming pool". *Medical Hypotheses*, 6, 1980, pp.303-307.
- DAILLOUX, M., and al., - Study on the relationship between isolation of mycobacteria and classical microbiological and chemical indicators of water quality in swimming pools. *Zt. Blatt. Bakt Hyg.*, 171, 1980, pp. 473-486.
- HARTEMANN, P. et al. - Teneurs en haloformes de l'eau des piscines publiques et conséquences pour les usagers et la législation. *Journ. Fr. Hydrol.*, in press, 1989.
- HARTEMANN, P. - L'eau vecteur d'agents potentiellement pathogènes : l'exemple du foyer d'endémie fluorique du Nord Meusien, *Sciences Sociales et Santé*, 3, 1985, pp.111-119.
- TRICARD, D. - Eléments de réflexion pour une actualisation de la politique de Santé dans le domaine des eaux d'alimentation, Paris (France), Ministère de la Solidarité, 1988.