



CONCOURS EXTERNES ET INTERNES DE RECRUTEMENT POUR
L'ACCES AU GRADE DE TECHNICIEN PRINCIPAL DOMAINE
« PREVENTION SANTE-ENVIRONNEMENT »

Session 2015

14 septembre 2015

15-DEC4-03322

Epreuve écrite d'admissibilité : durée 3 heures – coefficient 2

Résolution d'un cas pratique à partir d'un dossier à caractère technique relatif au contrôle des produits de santé en laboratoire ou à la prévention santé-environnement en fonction du domaine d'activité choisi par le candidat au moment de l'inscription.

Le dossier peut être assorti de plusieurs questions destinées à mettre le candidat en situation de travail. Le dossier peut comporter des graphiques ainsi que des données chiffrées. Il ne peut excéder vingt pages.

SUJET :

La combinaison du chlore utilisé pour la désinfection de l'eau dans les piscines avec la pollution azotée apportée par les baigneurs (sueur, urine, peau, produits cosmétiques...) est à l'origine de la formation de chloramines dans l'eau. La dégradation de ces molécules organiques conduit à la formation de trichloramine (ou trichlorure d'azote NCL₃), très volatile qui a donc tendance à se dégager dans les halls des piscines. Afin d'améliorer les connaissances des risques sanitaires au niveau de ces espaces nautiques, une campagne de mesures du trichlorure d'azote NCL₃ dans l'air des halls des piscines a été mise en œuvre par une Agence Régionale de Santé.

L'Agence Régionale de Santé a fait l'acquisition d'un kit d'analyse de la trichloramine dans l'air comprenant une pompe de prélèvement d'air et un photomètre pour la mesure. Cette mallette permet de mesurer soit la valeur instantanée avec un temps de pompage de 45 à 75 minutes (VLE), soit la valeur moyenne d'exposition sur 8 heures (VME). Les analyses de VLE avec un temps de pompage d'une heure, concernent plutôt les usagers qui restent en moyenne une heure dans les halls des

piscines (cours dans le cadre de la scolarité, aquagym, ...) et celles de la VME sur 8 heures concernent d'avantage le personnel et en particulier les maitres nageurs.

Dans chaque département, des mesures ont été réalisées à l'aide de l'analyseur au niveau d'un échantillon de piscines.

La réglementation ne fixe pas de normes sur les concentrations de chloramines dans l'air des locaux. Toutefois, l'INRS (Institut National de recherche et de Sécurité pour la prévention des accidents de travail et des maladies professionnelles) a entrepris des travaux qui ont permis d'établir des valeurs limites de confort en fonction du temps d'exposition :

- . Valeur limite d'exposition (VLE mesurée sur 60 minutes) : 1,5 mg/m³
- . Valeur moyenne d'exposition (VME sur 8 heures) : 0,5 mg/m³.

Vous êtes chargé par le responsable de remplacer le technicien sanitaire chef de projet et de rédiger sur la base des documents fournis une note synthétique faisant le point de la situation pour Monsieur le Directeur Régional de la Santé Publique.

Cette note devra notamment expliciter :

- l'origine et les effets sur la santé liés au trichlorure d'azote dans l'air - l'exposition des utilisateurs des piscines au vu des résultats des différentes campagnes d'analyses notamment au vu des valeurs limite de confort fixées par l'INRS ;
- une analyse des risques sanitaires liés à la présence de trichlorure d'azote au niveau des piscines de la région ;
- au vu des différents résultats et analyses, les mesures de gestion et les recommandations à proposer auprès des gestionnaires pour que les différents baigneurs mais aussi le personnel des piscines puissent être exposés à une teneur en trichloramine dans l'air aussi basse que possible.

IMPORTANT : dès la remise du dossier, les candidats sont priés de vérifier la numérotation et le nombre de pages

DOSSIER DOCUMENTAIRE

Document n°1 :

« Troubles d'irritation respiratoire chez les travailleurs des piscines », INRS, 2005.

Pages 1 à 4

Document n°2 :

« Piscines réglementées », rapport AFSSET, Extraits.

Pages 5 à 12

Document n°3 :

« Une action de prévention à la piscine de Vandoeuvre », INRS, 2005.

Pages 13 à 15

Document n°4 :

Tableaux de résultats des mesures de trichlorures d'azote - Agence Régionale de Santé de Basse-Normandie.

Pages 16 à 20

Troubles d'irritation respiratoire chez les travailleurs des piscines

Une enquête transversale a été menée dans 59 piscines de la région Rhône-Alpes afin d'étudier les troubles respiratoires déclarés par les agents et de les confronter aux données relatives à leurs activités et à leurs conditions de travail, aux caractéristiques des équipements et aux résultats des mesurages du trichlorure d'azote dans l'air ambiant autour des bassins. À la fin de cet article, l'action de prévention « Nageons-jouons propres » illustre comment peuvent être diminués les taux de chloramines.

Revue de la littérature

PATHOLOGIES DUES AU CHLORE ET DÉRIVÉS

Les cas d'intoxication aiguë au chlore dans les piscines sont bien connus, notamment suite à des erreurs commises lors de la maintenance de l'installation de chloration [1, 2]. Les conséquences de ces intoxications sont variables, parfois plutôt théâtrales chez des enfants mais pouvant être sévères en particulier du fait des séquelles possibles comme le RADS (Reactive Airways Dysfunction Syndrome) [1]. Un cas de bronchiolite diffuse chez un jeune adulte ayant régressé sous traitement a récemment été publié [3].

La répétition des expositions au chlore chez des nageurs de compétition pourrait expliquer la plus grande fréquence des troubles allergiques constatés chez ces sujets (conjonctivites, rhinites, laryngites...), leur sensibilisation aux aéroallergènes et les fréquentes réponses positives au test à la métacholine par rapport à des sujets témoins [4]. La fréquence de l'asthme serait plus élevée chez les compétiteurs de niveau international (un chiffre de 21 % est cité) [5].

Paradoxalement, la natation est un sport recommandé chez les asthmatiques car l'effet de bronchoconstriction induit par la pratique sportive serait moins prononcé dans l'ambiance chaude et humide des piscines [6].

Mais, chez des élèves, la comparaison entre ceux qui nagent et ceux qui ne se baignent pas met en évidence une fréquence plus grande d'irritations oculaires dans le premier groupe (35 % d'yeux rouges chez les nageurs). Il n'y a pas de différence significative pour les autres symptômes, en particulier ORL [7].

Une irritation oculaire et pharyngée due aux chloramines et aux trihalométhanes, dont le chloroforme, est possible, les concentrations en chloroforme sont

maximum à l'interface air-eau. Le personnel peut présenter des signes d'intoxication avec malaise général, sensation d'étouffement, épisode dyspnéique aiguë [8].

Les manifestations respiratoires et oculaires des maîtres nageurs sauveteurs (MNS) ont été étudiées par l'INRS dans une étude transversale sur 334 MNS (256 hommes et 78 femmes) dans 63 établissements [9, 10]. L'exposition actuelle et cumulée au trichlorure d'azote (NCl_3) évaluée par dosage a été mise en relation avec les pathologies oculaires et respiratoires (questionnaire + spirométrie avec test d'hyperréactivité bronchique). Les signes d'irritation oculaire et respiratoire étaient très fréquemment signalés dans cette population (irritation oculaire chez 50 % de MNS exposés au plus faible taux de NCl_3 ; irritation du nez chez 12 %; de la gorge 16 %; de la trachée et des bronches 9 %). La prévalence des symptômes croît avec l'exposition, notamment l'irritation oculaire. Les symptômes respiratoires chroniques sont peu fréquents et non liés à l'exposition cumulée au NCl_3 . L'asthme est rare (2 % de la population étudiée). Comme dans toute étude transversale, l'éviction des sujets sensibles des postes à risque est une éventualité à considérer. Dans cette étude, la possibilité que les sujets exposés au NCl_3 aient une hyperréactivité bronchique transitoire ne peut être éliminée de façon certaine. Des études longitudinales seraient nécessaires pour préciser l'influence de l'exposition sur l'apparition des troubles et la sélection des sujets sains.

Des tests de provocation à la métacholine puis des tests de provocation au trichlorure d'azote ont été pratiqués chez un enseignant de natation et deux surveillants de baignade qui présentaient des symptômes évocateurs d'asthme (sifflement, gêne respiratoire, essoufflement) avec irritation oculaire apparaissant lors du travail en piscines et s'améliorant lors de l'arrêt du travail [5]. Les résultats de la surveillance des performances respiratoires après tests de provocation indiqueraient que le trichlorure d'azote peut être la cause

* Médecins du travail, Société de médecine du travail Dauphiné-Savoie
 ** Médecins du travail, Société de médecine du travail de Lyon
 *** Service Santé travail, CHU de Grenoble
 **** Université Claude-Bernard Lyon 1, Institut universitaire de médecine du travail



Documents pour le Médecin du Travail
 N° 101
 1^{er} trimestre 2005

d'asthme professionnel chez ces travailleurs selon les auteurs qui ne retiennent pas un effet purement irritant de l'exposition au trichlorure d'azote.

Différentes publications françaises ont fait état de cas d'asthme chez des travailleurs des piscines. Quatre cas d'asthme sont rapportés par une consultation de pathologie professionnelle chez des surveillants de baignade d'un centre de loisir nautique [11]. Les concentrations élevées en chloramines dans l'air ambiant de l'équipement concerné ont été réduites par un traitement stabilisant de l'eau. Une dyspnée étiquetée syndrome de Brooks est survenue chez un maître-nageur reçu en consultation de pathologie professionnelle [12].

L'augmentation observée des pneumoprotéines sériques chez des enfants fréquentant des piscines par rapport à des témoins a été proposée comme explication à l'augmentation récente des asthmes dans les pays développés [1]. Les auteurs belges ont avancé la possibilité d'un effet de la fréquentation cumulée de la piscine scolaire sur la perméabilité pulmonaire des enfants [13]. Cet effet serait le résultat d'une fragilisation du revêtement cellulaire pulmonaire que ces auteurs ont mis en évidence par le dosage sérique de protéines provenant du poumon [14]. La modification de perméabilité a également été observée chez des souris ou des rats exposés à l'atmosphère d'une piscine ou à de la trichloramine pure [15].

Du fait de meilleures connaissances sur le sujet, des références (standards) ont pu être établies quant à la qualité microbiologique des eaux de baignade. Ce n'est pas le cas pour la qualité de l'air du fait des connaissances encore insuffisantes vis-à-vis de la toxicité de l'air des piscines au dessus des bassins [1].

Dans la réglementation française, les troubles de santé des travailleurs des piscines sont reconnus dans le cadre du tableau n° 66 des maladies professionnelles du régime générale de la Sécurité sociale : Rhinite et asthmes professionnels pour les travaux exposant aux dérivés aminés des produits chlorés tels que la chloramine dans les piscines (décret n° 2003-110 du 11 février 2003, JO du 13 février 2003).

Pathologies d'hypersensibilité

Lors d'une étude portant sur les 31 employés d'une piscine ayant des symptômes évoquant une pneumopathie allergique, la sensibilité de la tomographie computerisée haute résolution a été étudiée pour le diagnostic des pneumopathies par hypersensibilité comparativement à la radiographie pulmonaire simple. Sa sensibilité apparaît supérieure (5 cas d'anomalies contre 1 à la radiographie pulmonaire) et le diagnostic de pneumopathie d'hypersensibilité a été porté chez 11 des 31 employés symptomatiques examinés [16].

Suite à la survenue de plusieurs cas de pneumopa-

thies chez les MNS d'une piscine couverte possédant des jets brumisateurs, des investigations complémentaires ont été pratiquées chez les employés. Chez 33 MNS, des granulomes non caséux ont été observés à la biopsie et une hyperlymphocytose au lavage broncho-alvéolaire. Dans les piscines concernées, les analyses indiquaient des taux plus élevés d'endotoxines dans l'air ambiant et dans l'eau, et une colonisation des jets d'eau par des bactéries gram négatif [17].

Une flore abondante composée d'*Actinomyces*, de *Neurospora* et d'*Aspergillus* a été isolée dans une piscine lors des investigations à propos d'un cas de pneumopathie d'hypersensibilité [18].

Le diagnostic de fièvre d'inhalation aux poussières organiques (Organic Dust Toxic Syndrome) a été porté dans le cas de trois sujets employés de piscine qui avaient présenté des épisodes fébriles avec toux et asthénie en présence d'une contamination du système de ventilation par des spores de *Cladosporium* et de nombreux autres germes [19].

La présence en grand nombre de *Mycobacterium* a été rapportée dans des piscines [20]. Elles pourraient être responsables de pneumopathies d'hypersensibilité chez les personnes fréquentant les piscines. Les mycobactéries sont résistantes au chlore et sont préférentiellement émises à partir de l'eau sous la forme d'aérosols.

Pathologies d'origine infectieuse dues aux bactéries

Les systèmes de traitement d'air qui créent des aérosols sont presque toujours contaminés par des bactéries du genre *Legionella*. Ce sont des germes banals de l'environnement qui trouvent dans les atmosphères humides des conditions propices de survie. Dans certains cas, cependant, elles peuvent être pathogènes et entraîner des troubles respiratoires. Ces bactéries sont assez résistantes vis-à-vis des moyens de lutte habituellement employés, mais une conception et une maintenance rigoureuse des systèmes de traitement d'air permettent de réduire considérablement le risque. *Legionella* est en cause dans de nombreux cas de pneumopathies aiguës. La fièvre de Pontiac est liée à l'inhalation de *Legionella pneumophila* présentes dans les aérosols créés à la surface de l'eau ou générés dans la climatisation [8]. Les bains à remous sont mis en cause dans la survenue de légionelloses en Virginie [21]. Au Danemark, la survenue de plusieurs cas de fièvre de Pontiac (9 adultes et 6 enfants) dus à une piscine contaminée est rapportée [22]. La responsabilité de *Legionella pneumophila* a été retenue dans onze cas. La présence de bactéries du genre *Legionella* a été mise en évidence dans 10 % des échantillons d'eau de piscines très chaude (> 32 °C) du Danemark, mais pas dans les échan-

tillons d'eau plus froide (< 28 °C), ainsi que dans 80 % des prélèvements effectués dans des filtres où les concentrations les plus élevées ont été mesurées [23].

Pathologies d'origine infectieuse dues aux virus

Environ 80 nageurs ont présenté une atteinte associant fièvre, toux, conjonctivite, maux de tête et douleurs abdominales durant une compétition estivale. Les Adénovirus détectés sont probablement responsables de cet épisode collectif de pharyngoconjonctivites qui aurait été rendu possible selon les auteurs par une chloration insuffisante de l'eau de cette piscine [24].

Formation des chloramines dans les piscines

Le chlore et ses dérivés (eau de javel, acide trichloroisocyanurique, dichloroisocyanurates, hypochlorite de calcium) sont les produits désinfectants les plus utilisés par les exploitants des piscines.

Les réactions de ces composés chlorés avec les substances organiques azotées (sueur, urines, etc.) introduites par les baigneurs conduisent à la formation de chloramines complexes. Celles-ci, en présence d'un excès de chlore, se décomposent en produits divers tels que des aldéhydes, des haloformes (dont des trihalométhanes, THM, dont le chloroforme), de l'azote et des chloramines minérales simples [25].

Il s'établit des réactions d'équilibre entre les produits chlorés pouvant se trouver dans l'eau et ceux susceptibles de se retrouver dans l'atmosphère (Figure 1).

Les principaux dérivés minéraux du chlore sont la dichloramine (NHCl₂) et la trichloramine ou trichlorure d'azote (NCl₃). C'est celui-ci qui se libère le plus facilement dans l'atmosphère du hall des bassins de piscines [26].

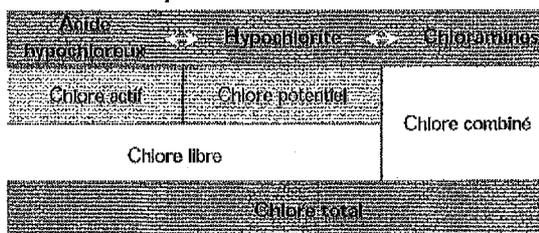
Les concentrations en chloramines mesurées dans l'air ambiant des piscines seraient 7 à 18 fois supérieures à celles du chlore indiquant que ce sont les chloramines et non pas le chlore lui-même, comme on le croit parfois, qui sont responsables de l'odeur typique des halls de piscines [27].

Chlore gazeux et eau de javel conduisent à la formation de composés identiques. La seule différence réside dans l'abaissement du pH dans le cas de l'utilisation du chlore.

La fréquentation des bassins, la température de l'eau, la ventilation des locaux et le pourcentage de l'air extrait sont des facteurs qui ont une influence sur la pollution des atmosphères des halls de piscines. L'hygiène des baigneurs joue également un rôle.

Parmi les techniques utilisées pour réduire la pollu-

Fig. 1 : Schéma simplifié des réactions d'équilibre entre les principaux dérivés du chlore présents dans l'eau des piscines.



tion des halls de piscines par les chloramines, l'extraction par contact gaz/liquide a été étudiée dans le cas de trois piscines disposant d'installations de dégazage (chute d'eau au niveau du bac tampon, tour de stripage, recirculation d'eau interne au bac tampon) [28].

PROPRIÉTÉS IRRITANTES DU TRICHLORURE D'AZOTE

Le trichlorure d'azote (CAS 10025-85-1) est reconnu comme un puissant irritant respiratoire et oculaire [29]. Son pouvoir irritant a été évalué selon le test normalisé d'Alarie. Ce test est basé sur la bradypnée provoquée par les irritants des voies aériennes supérieures chez la souris [25, 30]. Une diminution de 50 % de la fréquence respiratoire (RD₅₀) est obtenue chez la souris pour une concentration de 12,2 mg/m³ en trichlorure d'azote. Pour le chlore, la RD₅₀ est de 10,2 mg/m³ chez cet animal. Les hygiénistes américains préconiseraient d'établir une valeur limite de moyenne d'exposition (VME) de 0,03 RD₅₀ et une valeur limite d'exposition (VLE) de 0,1 RD₅₀ [25]. Ceci correspondrait à une VME de 0,37 mg/m³ pour le trichlorure d'azote et 1,2 mg/m³ pour la VLE.

Actuellement, il n'existe ni en France, ni aux États-Unis, de VLEP pour le trichlorure d'azote [31, 32]. Cependant, sur la base des travaux qu'il a effectués [9, 10, 26, 30] et compte tenu des contraintes techniques liées au mesurage des expositions (durée minimale d'échantillonnage d'une heure), l'INRS suggère de ne pas dépasser une concentration de 0,5 mg/m³ dans les atmosphères des halls de piscines [25].

EXPOSITION AUX DÉRIVÉS DU CHLORE DANS LES PISCINES

Dans deux piscines couvertes, les niveaux de chloramines se situaient entre 0,2 et 0,5 mg/m³ d'air ambiant soit de 7 à 18 fois supérieurs à la concentration de chlore moyenne de 0,03 mg/m³ relevée [27].

inrs

Documents pour le Médecin du Travail N° 101 1^{er} trimestre 2005

Dans les centres de loisirs les concentrations peuvent atteindre 2 mg/m^3 , valeurs intolérables en raison des irritations qu'elles produisent. Les premières plaintes des salariés apparaissent pour une concentration de $0,5 \text{ mg/m}^3$ et concernent tous les agents pour une concentration de $0,7 \text{ mg/m}^3$ [26].

Un total de 1 262 prélèvements a été effectué dans 63 établissements par l'INRS. Le taux moyen de trichlorure d'azote (NCl_3) est de $0,24 \pm 0,17 \text{ mg/m}^3$ dans les 46 piscines classiques (860 prélèvements) et de $0,67 \pm 0,37 \text{ mg/m}^3$ dans les 17 piscines ludiques (402 prélèvements) [9, 10].

Parmi les dérivés organiques provenant de la décomposition du chlore et de la matière organique qui comprennent les trihalométhanes ou haloformes, le trichlorométhane ou chloroforme est le dérivé le plus fréquemment étudié notamment du fait de son classement dans le groupe 2B du Centre de recherche international sur le cancer (CIRC).

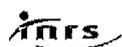
Des auteurs ont mesuré les trihalométhanes dans le sang ou les urines de sujets exposés dans les piscines. Les concentrations en trihalométhanes dans les milieux biologiques sont bien corrélées avec les concentrations mesurées dans l'eau et dans l'air ambiant des piscines [33]. La concentration en chloroforme dans l'air alvéolaire de sujets exposés est bien corrélée avec la concentration dans l'air ambiant [34]. Chez des nageurs, l'exposition au chloroforme, mesurée par la concentration sanguine et alvéolaire, varie dans le même sens que l'intensité de l'activité physique [35]. L'absorption du chloroforme par voie cutanée, qui contribue à 24 % de la charge corporelle, s'ajoute à l'inhalation et augmente le risque chez les nageurs [36]. Parmi les trihalométhanes détectés (chloroforme, bromodichlorométhane, dibromochlorométhane et bromoforme), le chloroforme est le composé le plus représenté dans des échantillons d'eau ou d'air ambiant des piscines avant comme après les séances de natation [37]. La corrélation est également observée chez des travailleurs de piscines entre les concentrations en trihalométhanes dans l'air ambiant et dans l'air alvéolaire [38]. L'exposition est plus importante chez des surveillants de bassins par rapport aux autres employés. Selon les auteurs, la mesure alvéolaire des trihalométhanes serait un bon indicateur biologique d'exposition professionnelle dans le cas de faibles niveaux environnementaux. Dans le cas de nageurs de compétition, la concentration hépatique calculée la plus élevée en chloroforme ($0,22 \text{ } \mu\text{g/kg}$) conduirait à un niveau au moins 10 000 fois inférieur au NOAEL⁽¹⁾ observé chez l'animal pour les tumeurs du foie [39].

Du fait des conditions particulières de baignade des enfants (eau plus chaude, forte densité de baigneurs, bassin peu profond contribuant à une plus forte concentrations en chloramines) et de leurs particularités physiologiques (maturation pulmonaire, respiration

buccale, fréquence respiratoire et rapport surface/poids plus élevés, peau plus perméable) ou comportementales (plus grande ingestion d'eau), un enfant d'un an absorberait en une heure dans une piscine chlorée en moyenne trois fois plus de chloroforme qu'un maître-nageur en une semaine, ce qui provoque un net dépassement de la dose journalière tolérable fixée par l'OMS pour ce composé chimique [6].

Les auteurs belges ont avancé la possibilité d'un effet de la fréquentation cumulée de la piscine scolaire sur la perméabilité pulmonaire des enfants [13]. Cet effet serait le résultat d'une fragilisation du revêtement cellulaire pulmonaire que ces auteurs ont mis en évidence par le dosage sérique de protéines provenant du poumon [14]. La modification de perméabilité a également été observée chez des souris ou des rats exposés à l'atmosphère d'une piscine ou à de la trichloramine pure [15].

(1) NDLR
NOAEL = dose
n'induisant pas d'effet
significatif (No observed
adverse effect level).



► Les chloramines

Les chloramines constituent un mélange de substances, décrites dans le chapitre 4.1.4.1. Leur concentrations dans l'eau et l'air des piscines varient en fonction de plusieurs paramètres : taux de chloration, température de l'eau et de l'air, fréquentation, hygiène des baigneurs, taux de renouvellement de l'eau et de l'air (Agabiti *et al.*, 2001; Massin *et al.*, 1998).

La monochloramine et la dichloramine sont instables dans l'eau et réagissent rapidement pour former la trichloramine, produit majoritaire et très volatil. Aucune information n'est actuellement disponible sur le passage transcutané des chloramines (Bonvallot *et al.*, 2009).

Toxicité chez l'animal

La trichloramine a un effet irritant chez le rat exposé par voie respiratoire (Barbee *et al.*, 1983). Les auteurs rapportent une concentration létale de 550 mg.m⁻³ pour une heure d'exposition, l'œdème pulmonaire étant la cause majoritaire de décès. On observe également une baisse de la fréquence respiratoire chez le rat exposé à la trichloramine pendant une heure par voie respiratoire (Gagnaire *et al.*, 1994).

Toxicité chez l'homme

La trichloramine est responsable d'irritations oculaires et respiratoires (Hery *et al.*, 1995; Jacobs *et al.*, 2007; Massin *et al.*, 1998; Thoumelin *et al.*, 2005) dont se plaint souvent le personnel des piscines couvertes.

Des études montrent que la présence de chloramines dans l'air des piscines est associée à une augmentation de la prévalence des manifestations allergiques (conjonctivites, rhinites, laryngites, etc.) et de l'asthme chez les nageurs de haut niveau (Goodman et Hays, 2008; Thickett *et al.*, 2002; Zwick *et al.*, 1990). D'autres études ont révélé des atteintes pulmonaires chez des nageurs (Carbonelle *et al.*, 2002, Carbonelle *et al.*, 2008; Voisin et Bernard, 2008).

Cancérogénicité, génotoxicité et mutagénicité

A ce jour, aucune donnée relative à la cancérogénicité, la génotoxicité et la mutagénicité n'est de la trichloramine n'est mentionnée dans la littérature.

Toxicité de la reproduction et tératogénicité

A ce jour, aucune donnée relative à la toxicité de la reproduction et la tératogénicité de la trichloramine n'est mentionnée dans la littérature.

► Les trihalométhanes

Les THM sont les sous-produits de chloration les plus recherchés dans l'eau et dans l'air des piscines, en raison de leurs risques potentiels pour la santé. Les THM principalement trouvés dans l'eau sont au nombre de 4 : chloroforme, bromoforme, bromodichlorométhane et dibromochlorométhane. Ils sont tous très volatils (Santé Canada, 2006).

Les THM représentent environ 5 à 10 % des composés organo-halogénés (AOX) totaux présents dans l'eau des piscines chlorées. Le chloroforme représente le produit majoritaire parmi des THM formés (Judd et Black, 2000).

Dans les piscines, la concentration en THM varie avec certains paramètres : elle augmente linéairement avec le nombre de baigneurs (Chu et Nieuwenhuijsen, 2002), avec une augmentation du pH de l'eau (Zwiener *et al.*, 2007) ainsi qu'une élévation de la température (Yang *et al.*, 2007).

En raison de leur propriétés physico-chimiques (solubilité, volatilité, liposolubilité), les THM peuvent pénétrer dans l'organisme par voie orale, respiratoire ou cutanée (InVS, 2004; Xu *et al.*, 2002).

L'étude de Panyakapo (2008) montre que le risque de développer un cancer existe chez des nageurs exposés aux THM de l'eau de piscines et du robinet. Ces auteurs estiment que lors de l'activité de natation, la voie cutanée représente 94,2% du risque total d'exposition aux THM (Panyakapo *et al.*, 2008).

- **Chloroforme**

Toxicité chez l'animal

Le chloroforme, administré de façon subchronique par voie orale ou respiratoire chez la souris ou le rat, induit une toxicité hépatique, rénale et des lésions de l'épithélium nasal (Larson *et al.*, 1996; Templin *et al.*, 1996a; Templin *et al.*, 1996b ; Templin *et al.*, 1998).

L'inhalation de 148,8 mg.m⁻³ de chloroforme pendant 104 semaines induit la formation d'adénomes et de carcinomes rénaux, mais uniquement chez la souris mâle (Nagano *et al.*, 1998).

Toxicité chez l'homme

Le chloroforme est facilement absorbé par voie respiratoire et orale. Il est métabolisé en phosgène par le foie et le rein, les effets hépatotoxiques observés chez des travailleurs exposés au chloroforme étant liés, notamment, à la présence de ce métabolite toxique (Bomski *et al.*, 1967; Li *et al.*, 1993).

Cancérogénicité, génotoxicité et mutagénicité

Le chloroforme est classé par le CIRC dans le groupe 2B (« substance pouvant être cancérogène pour l'homme ») (CIRC, 2009) et par l'US-EPA dans la catégorie B2 (« cancérogène probable pour l'homme ») (IRIS EPA, 2010).

Toxicité de la reproduction et tératogénicité

Les études de toxicité sur la reproduction et le développement chez les rongeurs et non rongeurs exposés par voie orale, n'ont pas permis de mettre en évidence des effets tératogènes. Cependant, pour cette même voie, des effets sur la reproduction ont été observés à des doses toxiques pour les mères (cytotoxicité hépatique, rénale ou nasale) (Afsset, 2009).

- **Bromoforme, bromodichlorométhane, dibromochlorométhane**

Toxicité chez l'animal

Le bromoforme provoque des cancers du côlon chez le rat femelle (InVS, 2004).

Le bromodichlorométhane induit des carcinomes rénaux et hépatiques chez la souris après gavage, uniquement en exposition chronique (InVS, 2004; Santé Canada, 2006).

Le dibromochlorométhane provoque des cancers hépatiques chez le rat après gavage en exposition chronique (InVS, 2004; National Toxicology Program, 1985).

Toxicité chez l'homme

L'absorption de bromoforme par voie orale provoque des sensations de brûlures de la bouche, une ataxie, une logorrhée suivie d'un coma aréflexique. Dans les cas les plus graves, une dépression respiratoire et un collapsus cardio-vasculaire sont observés (INRS, 2003b).

L'inhalation de faibles doses de bromoforme provoque une irritation des muqueuses et une tendance à l'hypersalivation, au larmolement et une rougeur du visage. A forte dose, apparaît une somnolence, un coma, des convulsions et des irritations pulmonaires pouvant aller jusqu'à la formation d'œdèmes pulmonaires (INRS, 2003b).

Aucune donnée épidémiologique n'est disponible concernant le dibromochlorométhane et le bromodichlorométhane (InVS, 2004).

Cancérogénicité, génotoxicité et mutagénicité

Le bromoforme est classé 3 (« substance inclassable quant à sa cancérogénicité pour l'homme ») par le CIRC (CIRC, 2009) et B2 (« cancérogène probable pour l'homme ») par l'US EPA (IRIS EPA, 2010).

Le bromodichlorométhane est classé 2B (« substance pouvant être cancérogène pour l'homme ») par le CIRC (CIRC, 2009) et B2 (« cancérogène probable pour l'homme ») par l'US EPA (IRIS EPA, 2010).

Le dibromochlorométhane est classé 3 (« substance inclassable quant à sa cancérogénicité pour l'homme ») par le CIRC (CIRC, 2009), mais C (« cancérogène possible pour l'homme ») par l'US EPA (IRIS EPA, 2010).

Les quatre THM provoquent des échanges de chromatides sœurs *in vitro* et *in vivo* (Santé Canada, 2006).

Les THM bromés sont considérés comme mutagènes (INRS, 2003b; Santé Canada, 2006).

Toxicité de la reproduction et tératogénicité

Aucun effet du bromoforme sur la reproduction, ni sur la fertilité n'a été démontré dans des études animales.

Au cours d'une étude sur la reproduction réalisée chez plusieurs générations de souris exposées au dibromochlorométhane, une baisse du poids des nouveaux nés et des parents a été observée. D'autres effets ont été observés de façon sporadique : diminution de la taille des portées, de la viabilité des nouveaux nés, de l'indice de lactation et hépatomégalies chez les mères (Santé Canada, 2006).

Le bromodichlorométhane provoque, chez les rongeurs, des résorptions de la portée, des retards d'ossifications, des diminutions du poids corporel pouvant entraîner un retard de maturation sexuels (Santé Canada, 2006).

7.5 La qualité de l'air

La santé et le confort de la population exposée ainsi que l'état des locaux et des installations exigent une bonne maîtrise de la qualité de l'air, de l'hygrométrie et de la température ambiante. A cet effet, la ventilation est le principal moyen de gestion disponible.

Actuellement, les piscines sont considérées comme des locaux à pollution non spécifique au sens de l'art. R4222-3 du code du travail (Code du travail, 2009).

Compte-tenu les dangers chimiques identifiés et leurs pathologies associées et les résultats de l'évaluation des risques physico-chimiques et microbiologiques, il est recommandé que les piscines soient considérées comme un local à pollution spécifique, au titre du même article du Code du Travail.

► Débit de renouvellement d'air

Dans le cas où les piscines seraient classées comme un local à pollution spécifique il est recommandé un seuil minimal de $60 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ par occupant. Ce seuil est déjà mis en place dans certains établissements récents, De plus, les locaux techniques pourraient faire l'objet d'une ventilation « forcée » et indépendante de celle du bâtiment principal.

► Qualité de l'air intérieur

Dans les piscines désinfectées au chlore, il est recommandé la mesure de la trichloramine dans l'air deux fois par an, dont l'une au moins en hiver. Pour chaque mesure, il conviendra de réaliser deux prélèvements en deux lieux différents situés l'un à 30 cm au dessus de la surface de l'eau et l'autre dans la zone de respiration des travailleurs, soit à 1,70 m de hauteur.

Le contrôle sanitaire devrait intégrer également les éléments suivants :

- la température, l'hygrométrie, le débit de ventilation et le débit d'air neuf.
- un contrôle annuel des débits fournis par les centrales de traitement de l'air (CTA).

L'ensemble de ces éléments devront également être suivis dans le cadre de la surveillance sanitaire de l'exploitant et consignés dans le carnet sanitaire.

Bien qu'une VLEP pour le dichlorométhane soit en cours de construction à l'Afsset, les données disponibles ne sont pas suffisantes pour proposer une valeur limite d'exposition (VLE) relative aux principaux sous-produits volatils de chloration (trichloramine, THM, etc.). De fait, il est recommandé que les seuils définis par les critères ALARA soient appliqués.

7.6 Suivi de l'état sanitaire des piscines par l'exploitant

Actuellement, le suivi sanitaire des piscines porte essentiellement sur la qualité de l'eau des bassins, lequel fait l'objet d'un contrôle mensuel par le service compétent de l'Etat. La surveillance et le contrôle de la qualité sanitaire de l'air et des surfaces n'est pas prévue. Or, au regard des dangers identifiés, la surveillance quotidienne par l'exploitant s'avère déterminante.

De fait, le contrôle mensuel réglementaire de la qualité de l'eau est insuffisant pour caractériser l'état sanitaire d'une piscine et permettre de gérer complètement les anomalies.

En cas de contamination microbiologique, par exemple, au mieux, les résultats microbiologiques ne sont connus que 2 ou 3 jours après les prélèvements, les usagers pouvant être exposés à des dangers pendant cette période.

Il est donc recommandé que le cadre réglementaire évolue vers une responsabilisation de l'exploitant, en fixant les lignes directrices de l'auto-contrôle et en adaptant la fréquence des contrôles sanitaires réglementaires.

La surveillance permanente par l'exploitant de la qualité de l'eau (analyse et enregistrement en continu de paramètres physico-chimiques, volumes renouvelés, etc.), de l'air (débits, hygrométrie, etc.) et de la contamination du sol (ATP-métrie, gélose contact, etc.) est encouragée. Les résultats, opérations, anomalies, consommation en réactifs, etc. devront être consignés dans un fichier sanitaire.

Il convient également de porter une attention particulière à la qualité de l'eau des douches, par la mise en œuvre d'un programme de maintenance de l'installation de production et du réseau intérieur, et à la recherche de légionelles conformément à l'arrêté de 1 février 2010 relatif à la surveillance des légionelles dans les installations de production, de stockage et de distribution d'eau chaude sanitaire et d'imposer des contrôles supplémentaires en cas de résultats positifs, associés à des mesures correctives (production > 55°C, soutirage régulier des points d'usage, etc.) (Journal Officiel de la République française, 2010).

7.7 Le cas particulier des très jeunes enfants

La circulaire du 3 juin 1975 du ministère chargé de la jeunesse et des sports (Ministère de la Jeunesse et des Sports, 1975), relative à «l'initiation des très jeunes enfants en milieu aquatique», fixe les conditions d'hygiène et d'encadrement à respecter pour l'organisation de l'activité «bébés nageurs».

Le présent rapport met en évidence des risques liés à la présence de très jeunes enfants dans l'eau des piscines de deux ordres :

- ▶ du fait de l'immaturation de leurs systèmes respiratoire et immunitaire, les très jeunes enfants constituent une population particulièrement sensible, face aux risques sanitaires afférents à la fréquentation des piscines ouvertes au public. Comme il a été mentionné au chapitre 5, des études signalent une plus grande sensibilité des jeunes enfants aux produits chlorés et aux sous-produits chlorés présents dans l'eau et dans l'air des piscines. Ils génèrent chez eux des risques plus élevés d'asthme, de bronchite, de symptômes respiratoires et d'eczéma.
- ▶ cette population représente l'une des principales sources potentielles de contamination de l'eau et indirectement de l'air, par l'émission non maîtrisée de selles ou d'urine entraînant une dégradation importante de la qualité de l'eau (Barbot et Moulin, 2008) pouvant exposer les baigneurs à des contaminations potentielles.

7.7.1 L'accueil en groupe dans le cadre de l'activité « bébé nageur »

S'agissant d'une activité spécifique qui exige un personnel d'encadrement qualifié (dont la définition n'entre pas dans le champ du présent rapport) et des conditions d'hygiène plus strictes que pour la population générale, il est indispensable que son organisation soit déclarée à l'autorité compétente, de telle sorte que les services concernés (services de l'Etat et de PMI) puissent en organiser le contrôle.

Il est recommandé de veiller à l'information des parents des risques inhérents à cette activité. Il convient de faire réaliser un examen préalable par un médecin qui délivrera un certificat médical de non contre-indication. Il lui appartient de définir les indications et contre-indications individuelles (absence de maladies infectieuses, d'affections de la peau, d'otites récidivantes, d'asthmes, de symptômes respiratoires, etc.).

Il est recommandé le port d'une couche jetable adapté au bain.

Le respect de conditions d'hygiène plus strictes implique que l'activité soit pratiquée dans un bassin réservé, hors la présence de tout baigneur autre que les encadrants et les parents. Sa profondeur doit leur permettre d'avoir pied. Pour maintenir une eau de bonne de qualité et pallier aux contaminations non maîtrisées apportées par les bébés, il est proposé de mettre en place les mesures suivantes :

► Avant l'activité :

- procéder à un double recyclage de l'eau du bassin concerné en appliquant la durée imposée par la réglementation en vigueur ;
- la teneur en désinfectant résiduel devra être portée, avant la séance, à la valeur maximale autorisée, puis maintenue à une concentration aussi élevée que possible, celle-ci ne devant pas être inférieure à la valeur minimale prescrite par la réglementation ;
- la ventilation ne devra pas être coupée ou ralentie la nuit qui précède l'activité « bébés nageurs ». Si possible, une ventilation de la piscine et notamment du hall des bassins en tout air neuf pendant une heure au moins devra être appliquée avant le début de la séance ;
- la température de l'eau doit être appropriée à cet âge (32°C), en raison de l'imperfection du système de thermorégulation de l'enfant ;
- la température de l'air ambiant devra être accordée à celle de l'eau ;
- la concentration en chloramines dans l'eau du bassin ne devra pas dépasser la valeur de 20 µg.L⁻¹ (valeur prescrite en Allemagne pour la population générale) ;
- la valeur limite de la turbidité devra être de 0,2 NFU ;
- une surveillance attentive au bord du bassin pour détecter tout accident fécal et pour dépister toute réaction d'alarme, pâleur, rougeur, tremblement devra être organisée.

► Après l'activité et avant l'ouverture du bassin aux autres usagers :

- réaliser un recyclage complet du bassin concerné en appliquant la durée imposée par la réglementation en vigueur ;

- porter la teneur en désinfectant résiduel de chlore actif à la concentration maximale autorisée, pendant quelques heures ;
- vérifier que les limites fixées pour les paramètres physico-chimiques contrôlables *in situ* (résiduel en chlore, pH, turbidité, etc.) sont conformes à la réglementation.

En pratique, ces conditions impliquent que seul un groupe d'enfants pourra être accueilli dans la journée, le matin à l'ouverture de la piscine après une nuit de traitement. L'eau aura été traitée en continu toute la nuit, l'air aura été bien renouvelé et les sols auront été nettoyés.

Ces recommandations sont valables pour des piscines désinfectées au chlore seul.

En l'absence de connaissances sur les dangers liés aux sous-produits de désinfection formés à partir du brome ou de l'ozone il est difficile de se prononcer sur la pratique de l'activité « bébés nageurs » dans les bassins désinfectés par ces produits.

De même, en l'état des connaissances sur du PHMB, cette activité ne devrait pas être envisagée avec ce désinfectant (Afsset, 2009).

7.7.2 Accueil individuel hors activité « bébés nageurs ».

Les très jeunes enfants peuvent pratiquer la baignade lors de l'ouverture des bassins à la population générale. Pour des raisons évidentes, les conditions relatives à la qualité de l'eau proposées au chapitre 7.7.2. ne peuvent pas être mises en œuvre dans ce cadre.

Les seules mesures envisageables concernent l'information des parents sur les risques sanitaires, sur l'intérêt de l'examen médical préalable et sur l'interdiction d'accès aux enfants qui ne sont pas propres et qui portent encore une couche. L'attention des parents devra aussi être attirée sur le fait qu'une évacuation immédiate de tous les baigneurs sanctionnera tout accident fécal ou urinaire qui serait constaté dans le bassin.

Cette restriction d'accès, dont l'application ne peut relever que de l'appréciation des parents, est une déclinaison du principe de précaution :

- ▶ des études montrent que la qualité de l'eau est fortement dégradée après une séance "bébés nageurs" et que les très jeunes enfants représentent donc l'une des principales sources potentielles de contamination de l'eau et indirectement de l'air ;
- ▶ le port d'une couche se révèle être une mesure dont l'insuffisance pour maîtriser les émissions est documentée ;
- ▶ d'autres études récentes montrent qu'il s'agit d'une population particulièrement sensible aux risques sanitaires liés à la fréquentation des piscines chlorées.

Cette mesure est en cohérence avec la recommandation issue de la présente évaluation des risques, prescrivant des mesures plus strictes d'hygiène individuelle pour réduire les apports de pollution par les usagers et pour ne pas les exposer à des risques sanitaires évitables.

7.8 Surveillance médicale des personnels des piscines

Il est rappelé que les travaux exposant aux dérivés aminés des produits chlorés tels que les chloramines dans les piscines figurent dans le tableau n°66 des maladies professionnelles du régime général (Journal Officiel de la République Française, 2003). De fait, l'Afsset rappelle l'importance du suivi des chloramines dans l'eau et de la trichloramine dans l'air

Compte tenu des risques sanitaires identifiés dans le présent rapport, le groupe de travail recommande une surveillance médicale renforcée pour les personnels des piscines à l'embauche, pendant leur activité et après l'arrêt de leur activité. Cet examen portera sur la recherche de signes ORL, pulmonaires, ophtalmologiques et cutanés.

À l'embauche, il est proposé un examen clinique orienté :

- ▶ ORL à la recherche d'une gêne naso-sinusienne après avoir éliminé sa composante allergique à l'aide par exemple du questionnaire *Score for allergic rhinitis* (Annesi-Maesano *et al.*, 2004) ;
- ▶ pneumologique à la recherche d'un asthme ou d'une hyperréactivité bronchique comme le recommande entre autres *l'American Thoracic Society* ou *l'European Respiratory Society* ;
- ▶ ophtalmologique ;
- ▶ dermatologique.

Pendant l'exposition, il est proposé d'observer la même démarche clinique que celle suivie lors de l'examen d'embauche. En cas d'anomalie, il appartient au médecin du travail de prescrire des examens complémentaires spécifiques comme par exemple une rhinomanométrie antérieure.

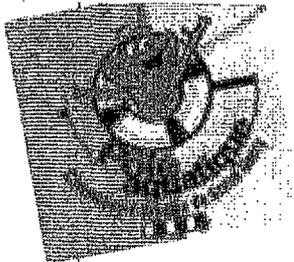
En post exposition, il est proposé d'observer la même surveillance clinique que celle suivie durant la période d'exposition, avec transmission du dossier médical sur demande du salarié.

Après l'arrêt de l'activité : la même démarche clinique que pendant la période d'activité pourra être suivie par le médecin traitant assurant le suivi post-professionnel.

Cas particuliers : il appartient au médecin du travail de déterminer l'aptitude médicale des personnes nécessitant une surveillance médicale particulière (les femmes enceintes, les travailleurs âgés de moins de dix-huit ans, etc.) pour occuper leur poste.

Parallèlement à l'exposition aux sous-produits de désinfection de l'eau, les professionnels de piscine sont exposés aux produits d'entretien et de nettoyage. Ainsi des pathologies d'origine allergique peuvent apparaître « lors de l'emploi ou de la manipulation de tous produits dans l'exercice de leur profession ». La définition est très large et la liste est indicative. Les pathologies d'origine allergique des personnels de piscine qui seraient susceptibles d'être reconnues au titre des maladies professionnelles sont :

- ▶ un eczéma d'origine allergique au titre du tableau n°65 du régime général définit comme des « lésions eczématiformes récidivant en cas de nouvelle exposition au risque ou confirmées par un test épicutané positif au produit manipulé ». Parmi la liste indicative des principaux travaux susceptibles de provoquer ces maladies figurent la « préparation, emploi, manipulation des agents nocifs limitativement énumérés ci-après : agents chimiques : ammoniums quaternaires et leurs sels, notamment dans les agents détergents cationiques ».



Une action de prévention à la piscine de Vandœuvre « Nageons-jouons propres »

V. DJURKOVIC.

Educateur territorial
activité physique
et sportive, piscine
de Vandœuvre

En raison de plaintes de l'ensemble du personnel de la piscine de Vandœuvre, irritations oculaires, rhinopharyngées et bronchiques... entraînant de nombreuses visites chez le médecin, parfois des arrêts de travail, l'hypothèse a été posée que la cause de ces plaintes pouvait se trouver sur le lieu même de travail, au niveau de la qualité de l'eau et de l'air. Afin d'étayer cette hypothèse, une étude bibliographique a été menée. Elle a permis d'arriver à la conclusion qu'il existe une corrélation évidente entre les maux cités plus hauts et les chloramines. Celles-ci sont la résultante d'une action chimique entre le chlore contenu dans l'eau et les matières organiques apportées involontairement par les baigneurs.

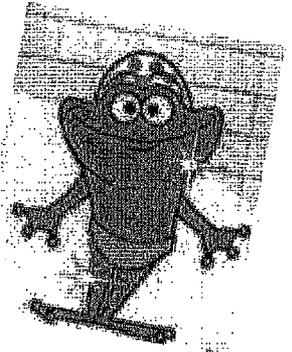
L'objectif de l'action de prévention présentée était de réduire au maximum le taux de chloramines dans l'air et les résultats ont été très encourageants, notamment grâce à la convergence d'actions de prévention en direction du public - à l'occasion des opérations « Nageons-jouons propres » - mais aussi en direction des scolaires, notamment grâce à une information donnée dans les classes, en partenariat avec l'Inspection de l'Éducation nationale de Vandœuvre, partenariat qui a amené également à concevoir un outil pédagogique, disponible depuis septembre 2002. Cette action a eu pour conséquence de réduire de manière significative l'apport de chlore dans l'eau (réduction de près de 30 %) avec une économie financière substantielle estimée à 1 490 euros HT pour une année de fonctionnement.

L'action engagée vis-à-vis du public scolaire

L'opération « Nageons-jouons propres » auprès des enfants des écoles maternelles et primaires qui fréquentent la piscine communautaire de Vandœuvre a été débutée en octobre 2001. Le but de cette opération était de sensibiliser les enseignants et les élèves sur l'importance d'une bonne hygiène générale afin d'éviter différents risques sanitaires, et favoriser un respect mu-

tuel. Pour ce faire, une information et une diffusion de documents (affiches, dépliants...) a été faite dans les classes.

Pour compléter cette action, durant toute cette année scolaire, un guide pédagogique et une série de 35 diapositives sur l'hygiène dans les piscines ont été réalisés. Cet outil a été diffusé en septembre 2002 à l'ensemble des écoles maternelles qui fréquentent les piscines de la Communauté urbaine du Grand Nancy afin de sensibiliser aux risques encourus dans les piscines et de prévenir tant les risques d'accidents que les éventuels risques de contamination dus à une hygiène insuffisante.



LE GUIDE PÉDAGOGIQUE ET LES DIAPOSITIVES

Le guide pédagogique accompagne cinq séries de diapositives visant à favoriser les échanges oraux entre les élèves à propos de l'hygiène, de la santé et de la sécurité à la piscine. Il a été utilisé dans les classes de maternelle et de primaire.

Trente-cinq diapositives ont été réalisées avec le concours de la piscine de Vandœuvre. Elles sont regroupées en cinq séries (7 diapositives par série) qui doivent être projetées l'une après l'autre, avec des écarts de quelques jours, pour garantir l'intérêt et la mémorisation des jeunes élèves :

1. À la maison... la préparation du sac piscine.
2. De l'école... aux vestiaires de la piscine.
3. Du pédiluve... au bassin de natation.
4. Du bassin de natation... à l'école maternelle.
5. Les maladies, les blessures, qui empêchent d'aller à la piscine...

Les diapositives ont été conçues, conformément aux nouveaux programmes de l'école maternelle, pour favoriser l'expression orale d'élèves de 4 à 6 ans et elles prennent appui :

- sur une activité physique réelle, l'apprentissage scolaire de la natation ;
- sur le lieu qu'ils vont fréquenter, la piscine.



Documents
pour le Médecin
du Travail
N° 101
1^{er} trimestre 2005

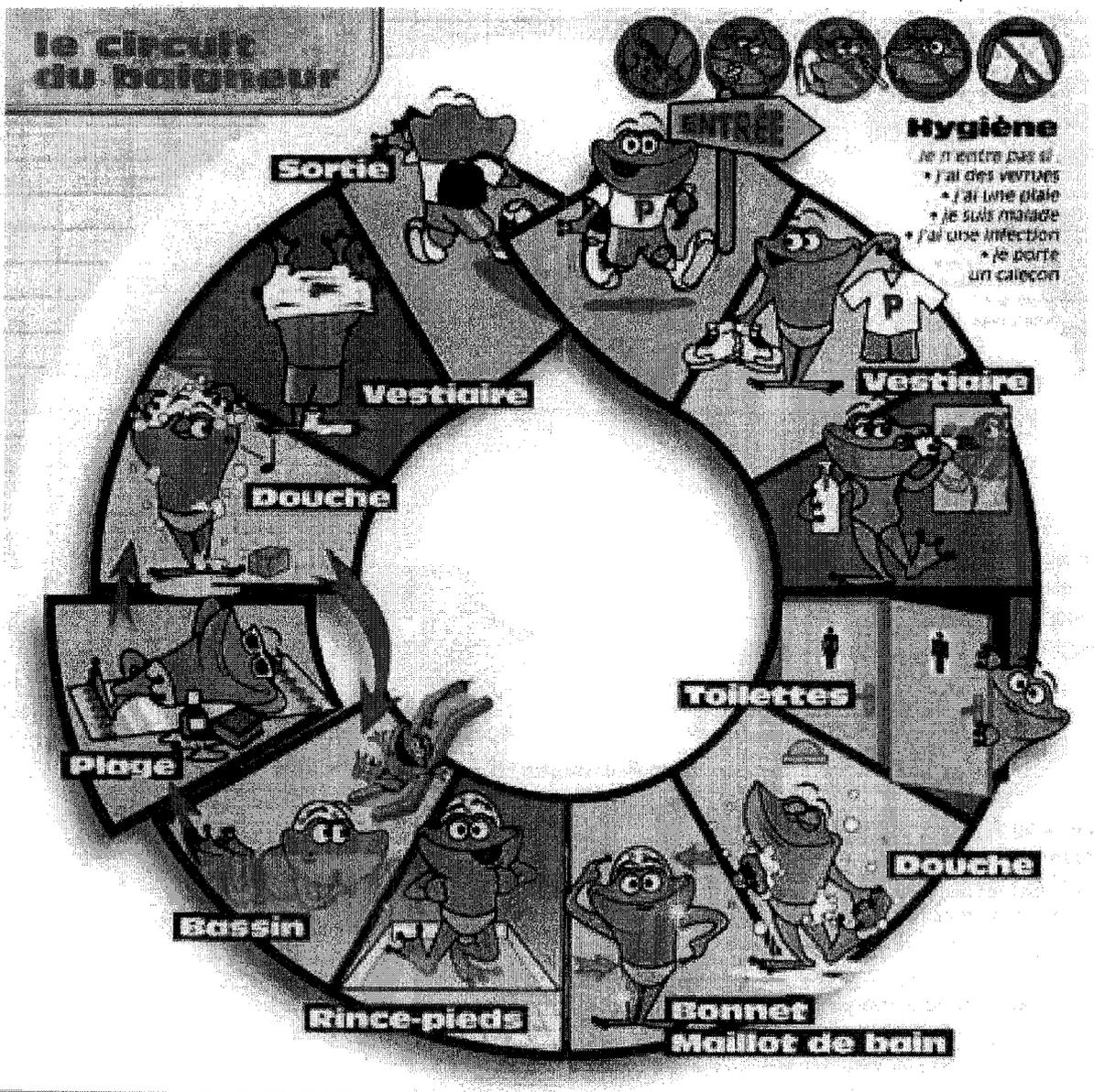


Fig. 1 : Le circuit du baigneur (extrait du dépliant «Nageons-jouons propres», réalisé par la Communauté Urbaine du Grand Nancy).

Document réalisé par Viada Djurkovic, Educateur territorial des activités physiques et sportives à la Communauté Urbaine du Grand Nancy et Claude Noel, Conseiller pédagogique EPS, circonscription de Vandœuvre avec l'aide de :

- Mme Frossard-Bellamy, directrice de l'école maternelle J. Rostand à Vandœuvre ;
- M. Adam, Directeur et M. Baouch, Professeur des Ecoles, école maternelle d'application du Charmois à Vandœuvre ;
- Mme Millot, médecin de santé scolaire, Vandœuvre.

L'auteur remercie, pour leur aide et leur soutien, l'Inspection académique de Meurthe-et-Moselle, la Communauté Urbaine du Grand Nancy, l'Inspectrice de la circonscription de Vandœuvre, le personnel de la piscine de Vandœuvre.

Juin 2002

L'action engagée vis-à-vis du public pendant la période des vacances scolaires

Pendant la période de vacances scolaires du 14 au 19 avril 2002, a été mise en place une action intitulée «Nageons-jouons propres» à destination du public.

Les moyens mis en œuvre à l'occasion de l'action étaient :

- des moyens humains : le directeur a été chargé de mobiliser tout le personnel autour de cette opération,

un maître nageur a été mis à disposition afin de libérer le maître nageur chargé de l'organisation de cette opération ; le personnel d'entretien de la piscine présent a été chargé de sensibiliser les usagers et de les inciter à suivre un parcours ludique dans les vestiaires, le personnel administratif et les maîtres nageurs-sauveurs ont été chargés respectivement de faire passer des messages grâce aux haut-parleurs et d'informer les usagers, des stagiaires BEESAN ont été associés à cette opération et ce dans le cadre de leur formation, un technicien de la société Dalkia a été sollicité pour effectuer des prélèvements d'eau et des techniciens de l'INRS ont, pour leur part, effectué des prélèvements d'air.

inrs

Documents pour le Médecin du Travail N° 101 1^{er} trimestre 2005

UN EXEMPLE D'ACTION DE PRÉVENTION

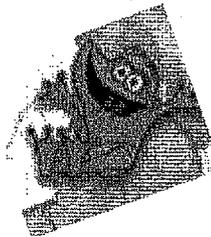
SUITE

* des moyens matériels : la Communauté Urbaine, par l'intermédiaire de la Direction d'équipements sport et loisirs, a mis à disposition : des affiches et des plaquettes d'informations sur l'hygiène en piscine ; des bonnets de bain afin de permettre aux usagers de faire le choix entre le port du bonnet ou le lavage des cheveux, du shampoing incitant à se laver avant d'accéder au bassin, un cahier d'observations afin de permettre aux baigneurs d'exprimer par écrit leur opinion quant à cette campagne d'hygiène.

Les dépenses engagées pour cette opération « Nageons-jouons propres » du 14 au 19 avril 2002 ont représenté un total d'un millier euros. Cette opération a remporté un franc succès et devrait être pérennisée sur l'ensemble du pôle aquatique communautaire, à l'occasion de chaque vacance scolaire.

En Conclusion

Ces deux actions ont permis de sensibiliser le public fréquentant les piscines et de réduire de manière significative les taux de chloramines, diminuant ainsi l'exposition professionnelle des maîtres nageurs à ces substances.

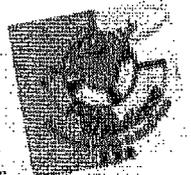


Remerciements

L'auteur remercie les professionnels qui lui ont apporté un soutien humain et technique précieux :

- Jean-Louis Colin, technicien de la société Dalkia ;
- José Diaz, ingénieur chez Aqua Conseil ;
- Docteur Eric Gabriel, médecin généraliste à Vandœuvre ;
- Fabien Gérardin, ingénieur au Laboratoire de chimie de l'INRS ;
- Stéphanie Lhullier, ingénieur d'études sanitaires, DDASS ;
- Docteur Nicole Massin, médecin épidémiologiste à l'INRS ;
- Claude Noël, conseiller pédagogique, inspection de l'Éducation nationale de Vandœuvre ;
- La Sérigraphie Thiétry ;
- L'ensemble du personnel administratif, d'entretien, les éducateurs territoriaux activité physique et sportive (ETAPS) de la piscine de Vandœuvre ainsi que les stagiaires BEESAN ;
- La Direction de l'équipement sports et loisirs de la Communauté urbaine du Grand Nancy pour son soutien financier.

La rédaction remercie la Direction de l'équipement sports et loisirs de la Communauté Urbaine du Grand Nancy de l'avoir autorisée à utiliser l'iconographie.



Résultats des mesures de Trichlorures d'azote (480 minutes de pompage)

Etablissement	Date	Heure	Apport air Neuf	Hall Hygrométrie	Nom du bassin	Température		Chlore libre mg/l	Chlore libre actif mg/l	Chlore disponible mg/l	Chlore combiné mg/l	Chlore total mg/l	Stabilisant mg/l	Nombre de baigneurs Fréquentation	Résultat NCS mg/m3
						de l'eau	de l'air								
Octeville la Butte	15/03/2011	12h à 20h			Entre GB et Pat	29,3	27	1,35	0,7		0,61	1,96		163	0,21
St Armand	05/01/2012	10h40 à 18h40		67%	Bassin unique	29,5	25,5	1,05	0,64		0,06	1,11		136	0,01
Graignes	10/01/2012	11h à 19h		78%	Bassin unique	29	23,5			2,78	0,46	3,24	26	150	0,09
Condé	12/01/2012	11h à 19h		87%	Bassin unique	32,9	25,2	1,85	1,02		0,48	2,33		90	0,37
Tourlaville	07/03/2013	10h30 à 18h30	52000 m3/h d'air - 30% d'air neuf	60%	Grand Bassin	30		1,45	0,6		0,55	2		625	0,22
						31	26	1,26	0,8		0,8	2,05			
Saint-Lô	18/03/2013	9h38 à 17h38	40000 m3/h d'air - 100% d'air neuf	52%	Bassin Sportif	28,4		1,51	0,58		0,24	1,75		200	0,13
						31,6	23	1,66	0,75		0,51	2,17			
Villedieu les Poêles	20/03/2013	10h à 18h		73%	GB	30,6		2,17	1,15		0,27	2,45		120	0,14
						30,8	26,2	1,01	0,55		0,09	1,11			
Carentan	24/10/2013	10h30 à 18h30	97,7 % d'air neuf	69%	GB	29,1		1,48	1,07		0,58	2,06		406	0,12
						30,4	26	1,84	1,01		0,33	2,017			
Equeurdreville	29/10/2013	11h10 à 19h10	100% d'air neuf	81%	Bassin Sportif	28,1		1,68	1,15		0,45	2,32		350	0,11
						31,5	28,5	1,8	1,19		0,82	2,62			
Aquadaba Avanches	05/11/2013	10h30 à 18h30	80 % d'air neuf		GB	28,3		1,48	0,58		0,57	2,05		510	0,09
						29,3	26,5	1,44	0,85		0,34	1,78			
Coutances	07/11/2013	10h30 à 18h30	75 % d'air neuf	76,5%	GB	28,3		1,34	0,67		0,62	1,96		341	0,35
						29,9	25,5	2,26	0,7		0,23	2,49			

Avranches St Armand : établissement possédant un filtre supplémentaire avec traitement au charbon actif
 Tourlaville, Saint-Lô, Villedieu, Carentan et Coutances : établissements possédant des déchlorinateurs

Résultats des mesures de Trichlorures d'azote (480 minutes de pompage)

Commune	Établissement	Date	Heure	Lieu de prélèvement	T° de l'Eau	T° de l'air	pH	Chlore libre	Chlore actif/dispensible	Chlore combiné	Chlore total	hygrométrie	Total baigneur Jour	Résultat NCL3 mg/m3	%air neut
Fliers	CAPFLO	40994	12H15	Espace ludique	29	28	7,45	1,44	0,72	0,35	1,79	60	447	0,16	0,35
la fertè macé	CENTRE AQUATIQUE DU PAYS FERTOIS	40995	13H30	Entre le ludique et le sportif	29	27	7,21	1,28	0,82	0,38	1,66	73	146	0,1	36
alençon	ALENCEA	40996	13H	Entre la pataugeoire et le ludique	30	27,5	6,96	1,46	1,14	0,59	2,05	57	1500	0,39	
alençon	AQUAREL	40997	9H	Plage matériel pédagogique	33	33	7,3	1,1	0,72	0,5	1,6	53	43	0,3	
l'Aigle	capome	41604	10h15	chaise mns entre ludique et sportif	28,9	23	7,16	0,96	0,67	0,4	1,36	82		0,15	
Ceton	H2O Perche	41606	12H15	Chaise mns cote gauche bassin	29,1	24	7,23	1,37		0,07	1,44	75	22	0,11	
Mortagne	intercommunale	41610	11h30	estrade MNS	28	26	7,49	1,23		0,47	1,75	68	180	0,13	
Argentan	intercommunale Argentan	41611	10h30	chaise MNS	29,8	25,7	7,47	2,44		0,36	2,8		260	0,32	
la fertè macé	CA Pays Fertois	41612	11h45	chaise mns separation plexiglass coté sportif	30	27	7,54	2,49		0,61	3,1	95	50	0,22	
Fliers	CAPFLO	41613	11h	entre ludique et pataugeoire	28	25	7,42	1,32	0,74	0,31	1,63	75	530	0,21	40
alençon	Alencea	41619	12h		27,7	28	7,08	1,08	0,79	0,45	1,53	58		0,17	

Résultats des mesures de Trichlorures d'azote (60 minutes de pompage)

Etablissement	Bassin	Date	Heure	Température		pH	Chlore libre mg/l	Chlore actif mg/l norme >0,4 à <1,4	Chlore disponible mg/l norme > 2 à < 4	Chlore combiné mg/l norme <0,6	Chlore total mg/l	Stabilisant mg/l norme > 25 à < 75	Nombre baigneurs	Trichlorure d'azote NCL3 mg/m3
				de l'eau	de l'air									
Caen - Grâce de Dieu	Grand Bassin	26/11/2012	10h45	27,0	26,0	7,30	1,66	0,41		0,74	2,40		19	0,00
	Petit Bassin			28,0										
Caen - Chemin Vert	Grand Bassin	26/11/2012	14h30	27,0	26,5	7,42	1,24	0,62		0,21	1,45		13	0,01
	Petit Bassin			32,0										
Bayeux	Grand Bassin	27/11/2012	10h00			7,45	1,04	0,50		0,42	1,46		60	0,03
	Petit Bassin													
	Pataugeoire													
Villers Bocage	Sportif	27/11/2012	15h00			7,55	0,82	0,35		0,38	1,20		0	0,00
	Ludique													
	Pataugeoire													
Hérouville St Clair	Grand Bassin	30/11/2012	14h45	26,9	26,3	7,40	1,42	0,73		0,58	2,00		1	0,95
	Loisirs			28,0										
	Entraînement			27,0										
	Pataugeoire			28,0										
Colombelles	Petit Bassin	30/11/2012	10h15	29,6	24,6	7,20	1,14	0,70		0,50	1,64		34	0,14
	Grand Bassin			27,4										
	Spa entrée			31,8										
	Spa Baigné			32,2										
Listieux	Bainé	04/12/2012	10h15	29,3	28,0	7,20	0,99	0,61		0,49	1,48		0	-
	Ludique			31,6										
	Sportif			27,0										
				27,0										
Saint Pierre sur Dives	Bassin	04/12/2012	14h00	32,0	28,8	7,30				0,40	3,00	60	39	0,40
	Bassin	06/12/2012	10h15	29,9	25,2	7,10				0,50	2,80	40	20	0,00
Mondéville	Bassin	06/12/2012	14h30	29,6	24,6	7,45				0,80	3,20	45	18	0,24
	Loisirs			30,6		7,40	2,30	1,14		0,20	2,50		25	
Thury Harcourt	Grand Bassin	07/12/2012	14h00	30,0	28,3	7,40	1,98	0,99		0,32	2,30		15	0,00
	Pataugeoire			30,9										
	Spa			31,0										
Condé sur Noireau	Grand Bassin	07/12/2012	10h30	28,2	26,4	7,50	1,66	0,45		0,54	2,20		13	0,00
	Petit Bassin			30,2										

Résultats des mesures de Trichlorures d'azote (60 minutes de pompage)

Etablissement	Date	Heure	Lieu de prélèvement	Température		pH	Chlore libre mg/l	Chlore libre actif mg/l norme >0,4 à <1,4	Chlore disponible mg/l norme >2,4 à <4	Chlore combiné mg/l norme <0,6	Chlore total mg/l	Stabilisant mg/l norme >25 à <75	Nombre de baigneurs		Résultat NCIS mg/m3	
				de l'eau	de l'air								présents dans le bassin	depuis l'ouverture		
SAINT-LO*	21/10/2011	11h15	BN	28,7	27	7,39	1,46	0,72		0,91	2,37		30	205	0,92	
	07/11/2011	9h55	BN	28,2	25	7,43	1,98	0,95		0,68	2,76		37	112	0,98	
PEP	10/11/2011	11h	BU	30,7	25,2	7,51	0,46	0,2		0,35	0,81		17	40	0,55	
	10/11/2011	9h30	PB	30	24,3	7,45	0,83	0,4		0,42	1,25		16	150	1,05	
VILLEDEIU*	15/11/2011	12h	GB	27,7		7,34	1,8	0,95		0,72	2,53		50			
			PB	30,9	28,2	7,36	1,74	0,95		0,18	1,92		0	148	0,62	
CAP FORM ATTITUDE GRANVILLE	15/11/2011	10h15	BU	30,1	26,5	7,3	0,99	0,55		0,72	1,72		32	32	1,17	
			BU	29,3	21,8	7,52			2,37	0,52	2,88		30	17	58	1
GRAIGNES	17/11/2011	11h45	BU	32,2	27	7,33	1,51	0,79		0,59	2,11		11	31	0,9	
			BU	29,7	27,5	7,13	0,93	0,6		0,22	1,16			15	37	0,23
ST AMAND	29/11/2011	10h45	BU	30,7	27	7,29	1,2	0,66		0,44	1,63		15	80	0,33	
ST HILAIRE	01/12/2011	11h40	GB	30,9		7,26	1,14	0,66		0,31	1,45			11		
			PB	28	23,1	7,26	1,04	0,61		0,57	1,6			15	60	0,52
AVRANCHES	01/12/2011	9h25	BL	30,4		7,36	0,78	0,78		0,4	1,9		0			
			GB	28,3	26,5	7,21	1,16	0,7		0,08	1,24			25	80	0,7
CHANTEREYNE*	06/12/2011	10H	PB	33,5		7,19	1,49	0,91		0,04	1,52		6			
			GB	27,8	28	7,27	1,43	0,84		0,35	1,78			5	80	0,77
EQUEURDEVILLE	06/12/2011	(45 minutes)	GB	31,2		7,32	1,55	0,85		0,52	2,08		2			
			PB													

St Amand : établissement possédant un filtre supplémentaire avec traitement au charbon actif

Cap form attitude et Avranches : établissements possédant un filtre bicouche avec charbon actif

Saint-Is, Coutances, Villedieu et Chantereyne : établissements possédant des déchloramineurs

Résultats des mesures de Trichlorures d'azote (60 minutes de pompage)

commune	Etablissement	Date	Heure	Lieu de prélèvement	T° de l'Eau	T° de l'air	pH	Chlore libre/ dispo	Chlore actif/	Chlore combiné	Chlore total	Hygrométrie %	Nombre scolaire	Nbre baigneur public instantané	Total baigneur jour	Résultat NCL3 mg/m3	%air neuf
argentan	Centre aquatique Argentan	40998	14h20	Bassin ludique et pataugeoire	28	28	7,53	2,33		0,99	3,32	70	20	40		0,12	0
alencou	Alencéa	41003	15h	Entre ludique toboggan et pataugeoire	29	27	7,16	1,51	0,72	0,54	2,05	55		60		0,4	
la chapelle pres sees	IME Godegrand	41304	14h30	Proche bassin	30	26	7,45	1,95	1,39	0,59	2,54		0	0	8	0,12	
mortagne	Intercommunal e de Mortagne	41305	14h	Entre ludique et sportif	28	27	7,29	1,01	0,72	0,25	1,26			30		0,23	
l'aigle	CAPORNE	41311	14H30	Entre ludique et sportif	29	25,5	6,9	1,13	0,91	0,35	1,48	65		40	65	0,19	30
alencou	Pierre Rousseau	41317	14h30	près bassin	28,5	27	7,57	3		0,85	3,85		60	25	150	0,56	
ceton	H20perche	41318	15h	près pataugeoire	28	25	7,5	1,63	0,82	0,4	2,03	80	50	20	70	0,47	
condeau	Moulin de villeray Condeau	41592	12h30	bassin	29,3	27	7,44	2,96	1,44	1,02	3,98	57		0		0,51	
alençon	aquarel	41592	16h	bassin	32,5	31	7,4	1,87	0,71	0,83	2,7	56		0	23	0,42	
la fete mace	ca du pay ferfois	41593	14h	bassin sportif	27,8	26	7,7	2	1,45	0,66	2,66	67		0		0,56	
argentan	ca argentan	41596	14h30	bassin ludique	29,9	24,4	7,7	2,86		1,01	3,87	68	90	30	141	0,46	
fiers	capfic	41596	12h30	sportif	28	24,3	7,38	1,1	0,72	0,5	1,6	85	100	80	283	0,74	20 à 40
Fiers	capflo	41596	12h30	apprentissage	29,3	24,3	7,42	1,06	0,72	0,57	1,63	85				idem	20 à 40
le sap	louise marie	41597	12h00	bassin unique	32,4	24	7,87	2,66	1,42	0,94	3,6	70	0	0	0	0	0
bagnoles de l'orne	hotel du beryl	41598	16h	bassin	31	28,2	7,17	1,39	0,71	0,19	1,58	75		10	25	0,17	
bagnoles de l'orne	hotel du beryl	41598	16h	spa	31	28,2	7,5	1,17	0,71	0,44	1,61	75		2	25	0,17	
Alencou	Alencéa	41600	14h30	sportif	27	26	7,62	1,53	0,73	0,64	2,17	76		40		0,38	



