

Asthme et piscines

Regula Corbelli*, Constance Barazzone Argiroffo

Résumé

Depuis plus de 10 ans la problématique de la présence de chloramines et surtout la trichloramine dans l'air des piscines se retrouve dans des publications s'intéressant aux nageurs, aux bébés-nageurs, aux sportifs de compétition ainsi qu'aux professionnels exposés.

Cet article propose une revue de l'état des connaissances de la problématique ainsi qu'un résumé de la littérature actuelle. La plupart des études ont utilisé des questionnaires afin d'évaluer des symptômes compatibles avec un asthme. Plusieurs études ont également inclus des spirométries ou des tests de provocation. Seules quelques études ont utilisé des marqueurs sanguins, témoins de l'atteinte pulmonaire, affectés par l'exposition au chlore et ses dérivés. Les techniques de mesure et les taux de trichloramine sont très hétérogènes et difficiles à comparer d'une étude à l'autre.

Nous évoquons également l'état sanitaire des piscines en Suisse documenté dans l'enquête menée par Jean Paratte citée dans cet article. Nous mentionnons des propositions pour améliorer les conditions dans les piscines en Suisse que ce soit pour les utilisateurs ou pour le personnel qui y travaille. Le bas âge (bébé-nageurs) et le temps cumulatif d'exposition à la trichloramine (professionnels) semblent jouer le rôle le plus important quant aux risques de développer des symptômes asthmatiques.

Il reste néanmoins encore beaucoup d'incertitude à propos des causes et effets suspectés de l'exposition à la trichloramine et sa relation avec l'asthme. Ces derniers méritent d'être suivis dans le futur afin de mieux clarifier la situation.

Introduction

Le chlore est le produit de désinfection des piscines le plus utilisé et reste très efficace. La réaction du chlore avec les produits organiques introduits par les nageurs, notamment la sueur, l'urine, les squames de la peau, les cosmétiques, provoque la

formation de toute une série de substances entre autre des chloramines (Figure 1):

Dans la formation des chloramines on en distingue surtout:

Les monochloramines ($\text{NH}_3 + \text{HClO} \rightarrow \text{NH}_2\text{Cl} + \text{H}_2\text{O}$), les bichloramines ($\text{NH}_2\text{Cl} + \text{HClO} \rightarrow \text{NHCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$) et les trichloramines ($\text{NHCl}_2 + \text{HClO} \rightarrow \text{NCl}_3 + \text{H}_2\text{O}$).

Les **trichloramines** sont les plus abondantes et leur solubilité dans l'eau est extrêmement faible. Elles s'évaporent dans l'air au-dessus des bassins sous forme de gaz.

Le chlore et ses produits dérivés dans les piscines en Suisse et dans les pays voisins

Suite aux études publiées en Belgique et en Allemagne, une enquête mandatée par l'OFSP (Office fédéral de la santé publique) et la SUVA (Institut d'assurance accidents suisse) a été menée durant l'hiver 2007-2008 dans 30 piscines couvertes des cantons de Neuchâtel, Fribourg et du Jura². Le niveau **moyen** de trichloramine dans l'air était de 0.114 mg/m^3 avec un intervalle de confiance à 95% situé entre 0.071 et 0.157 mg/m^3 .

À l'aide d'un questionnaire médical, il est ressorti que les maîtres nageurs, les surveillants et les physiothérapeutes étaient les professionnels les plus touchés par des symptômes irritatifs des yeux, du nez et de la gorge liés à la présence de trichloramine dans l'air lorsque le taux de trichloramine atteignait 0.3 mg/m^3 . Les niveaux mesurés en Suisse étaient clairement plus bas que ceux publiés pour des piscines d'autres pays tels que la France (Massin), la Belgique (Bernard, Charpier), l'Allemagne (Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung BGIA) ou les USA (Chen).

Les marqueurs fonctionnels et sanguins: mesure inhérente de l'atteinte pulmonaire lors d'exposition

Les valeurs fonctionnelles pulmonaires spirométriques sont mesurables chez les adultes et les enfants à partir de 5-6 ans. Idéalement les mesures de la capacité vitale forcée (CVF), du volume expiré dans la première seconde (VEMS) et le rapport VEMS/CVF sont effectuées au repos, immédiatement après la natation et à distance. La comparaison des valeurs spirométriques des différentes études est difficile en raison des taux disparates de trichloramine dans l'air. Chez les petits enfants les mesures fonctionnelles sont difficiles à effectuer et des mesures de marqueurs sanguins peuvent s'avérer utiles. Dans le sang, il est possible de doser des protéines spécifiques d'origine pulmonaire comme le CC 16 (une protéine anti-oxydante de 16 kDa provenant des cellules de Clara de l'épithélium bronchique) ou les

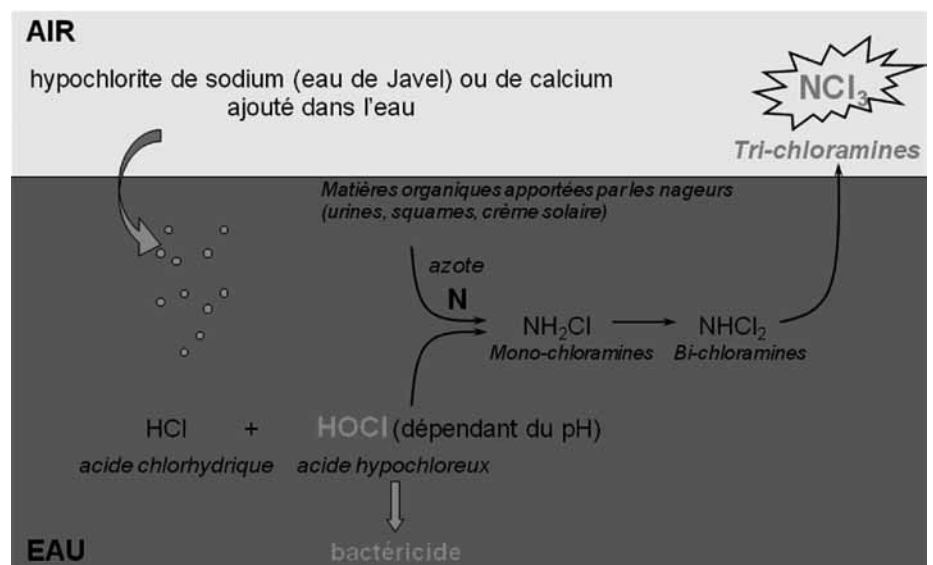


Figure 1: Adapté selon¹⁾

* Unité de Pneumologie pédiatrique, Hôpital des Enfants, Rue Willy-Donzé 6, 1211 Genève 14

protéines du surfactant SP-A et SP-B (provenant de cellules alvéolaires pulmonaires). La présence de ces protéines dans le sang est le reflet d'une hyperperméabilité pulmonaire dans des atteintes pulmonaires aiguës ou chroniques³.

Depuis, diverses études ont mis en évidence un lien entre la présence, notamment de la trichloramine dans l'air des piscines et une hyperperméabilité épithéliale^{4), 5)}.

L'exposition chronique à la trichloramine (et surtout dans les piscines couvertes) peut endommager les cellules de Clara⁶⁾ et prédisposer les enfants aux infections respiratoires et à l'asthme^{7), 8)}.

Par contre, dans une étude récente chez 11 volontaires pratiquant des sports divers environ 8h/semaine et de la natation environ 1h/semaine dans des piscines dont le taux de trichloramine était inférieur à 0.3 mg/m³, on n'a pas pu mettre en évidence une différence significative ni dans les valeurs fonctionnelles, ni dans les marqueurs sanguins⁹⁾. Ceci suggère que le taux de trichloramine était suffisamment bas et soutenant ainsi les recommandations actuelles en cours d'élaboration qui visent un taux maximum de 0.3 mg/m³.

Les groupes principaux de personnes à risque d'exposition à la trichloramine

Nous revoyons ici les différentes catégories de personnes qui présentent des risques d'asthme liés à l'exposition à la trichloramine:

- 1) les professionnels, maîtres nageurs, surveillants, techniciens, nettoyeurs
- 2) les sportifs d'élite
- 3) les nageurs de loisir et les bébé-nageurs < 1 an

L'exposition professionnelle

En 1998, une étude avait été conduite sur 334 surveillants exposés à la trichloramine, à l'aide d'un questionnaire, d'une spirométrie et d'un test de provocation à la métacholine. L'exposition à la trichloramine était calculée pour chaque surveillant en multipliant le taux d'exposition à la trichloramine moyen avec le nombre d'années passées au travail. Les résultats ont montré qu'il n'y avait pas de risque d'hyperréactivité bronchique persistante mais qu'une hyper-réactivité bronchique transitoire ne pouvait pas être exclue¹⁰⁾.

En 2007, 624 professionnels de piscines ont été étudiés et comparés à la population générale en Hollande¹¹⁾. L'étude a été menée à l'aide d'un questionnaire, le taux moyen de trichloramine étant de 0.56 mg/m³, le taux maximal de 1.34 mg/m³. Le questionnaire portait sur les symptômes respiratoires en général mais aussi sur les symptômes liés à l'asthme. L'étude concluait que la fréquence des symptômes respiratoires était liée au taux cumulatif de trichloramine et était significativement plus élevée comparée à la population générale. La fréquence des symptômes suggérant spécifiquement un asthme était également plus élevée chez les professionnels que celle dans la population générale.

Dans l'enquête Suisse menée par Jean Paratte en 2007/2008 les résultats obtenus par rapport à une augmentation du risque pour l'asthme n'ont pas pu être analysés en raison de l'absence de contrôle médical.

La littérature fait néanmoins état du risque d'asthme chez les professionnels (maîtres nageurs ou nettoyeurs)¹²⁾ exposés à l'air des piscines, soit par aggravation d'un asthme préexistant, soit par déclenchement d'un asthme.

Les sportifs d'élite

Les études chez les sportifs d'élite sont plutôt rares et souvent ne sont pas axées sur l'effet des trichloramines. Elles indiquent une fréquence augmentée d'asthme chez les nageurs de compétition. Un nageur amateur est exposé entre 1-2 heures par semaines comparé à un nageur d'élite souvent exposé jusqu'à 20 heures par semaine et de plus associé à un effort respiratoire considérable pendant ce temps. Mais la relation de causalité n'est pas bien déterminée et pourrait être inversée¹³⁾. En effet, la natation a été souvent conseillée comme sport préférentiel chez l'asthmatique.

Les enfants et adolescents sont également mal représentés dans les études. En 2009, 21 adolescents nageurs de compétition¹⁴⁾ ont été étudiés après un entraînement sans qu'un changement fonctionnel ou inflammatoire dans les voies aériennes n'ait pu être observé sauf chez ceux qui avaient des signes d'inflammation respiratoire préexistante mesurée par le NO exhalé ou par une augmentation des neutrophiles dans les expectorations induites.

La prévalence de symptômes bronchiques a été comparée entre des nageurs et des

hockeyeurs de compétition dans une étude canadienne¹⁵⁾. Les symptômes asthmatiques étaient clairement associés à l'exposition aux chloramines dans l'air et étaient plus fréquents chez les sportifs les plus exposés. Les résultats de ces études suggèrent une association entre la pratique de la natation à haute dose et l'exposition aux trichloramines.

Asthme chez les enfants-nageurs de loisir et bébé-nageurs

Plusieurs études avaient attiré l'attention sur la question d'un possible lien entre la fréquentation de piscines chlorées et l'asthme chez des enfants et des bébé-nageurs, ce qui avait déclenché une vague de réactions dans la population et les médias. Une analyse rétrospective de dépistage d'asthme avait été effectuée sur 1881 écoliers bruxellois et montrait une prévalence d'asthme entre 5-30% et une corrélation significative entre la prévalence de l'asthme et la fréquentation des piscines chlorées. La corrélation était d'autant plus forte que la fréquentation des piscines était précoce et que les piscines avaient de bas plafonds¹⁶⁾. Une étude suivante des mêmes auteurs portant sur 341 écoliers âgés de 10 à 12 ans avait montré que les produits de chloration jouaient un rôle adjuvant dans le développement de l'asthme et ceci d'autant plus que la fréquentation de la piscine était importante et précoce¹⁷⁾. Le taux de trichloramine dans la piscine concernée allait de 0.3-0.5 mg/m³.

Du même groupe, une nouvelle étude sur 847 adolescents a été menée en 2008 dans 3 écoles¹⁸⁾. Une des piscines était non chlorée et désinfectée par un système d'ionisation cuivre-argent. Les produits de chloration exerçaient un effet adjuvant sur le développement d'affections allergiques et particulièrement sur l'asthme, même en absence d'antécédents familiaux. Les enfants qui fréquentaient la piscine non chlorée avaient quatre fois moins de risque de développer des symptômes asthmatiques.

Par contre, dans une étude prospective en Allemagne¹⁹⁾, 2193 enfants ont été suivis dès la naissance avec des contrôles et un questionnaire à l'âge de 6 mois, 1 an, 18 mois, 2, 4 et 6 ans. L'effet suspecté de la fréquentation précoce des piscines sur le développement de maladies atopiques durant l'enfance n'a pas pu être confirmé. Ces résultats ne correspondent pas à ceux

obtenus par les études belges. L'explication la plus probable pourrait être le niveau 10 fois plus élevé des chloramines dans les eaux des piscines en Belgique comparé à l'Allemagne.

En Norvège, une étude a été menée à l'aide d'une banque nationale de données comprenant 30 870 enfants et à l'aide d'un questionnaire²⁰. 25% des enfants concernés avaient participé à un cours pour bébés nageurs avant l'âge de six mois. Il semblerait que la fréquentation précoce d'un tel cours était associée à des difficultés respiratoires jusqu'à l'âge de 18 mois.

Dernièrement en 2009, dans une étude espagnole sur 3 223 enfants de 9–12 ans, un questionnaire a évalué l'association entre le nombre de visites dans des piscines couvertes ou ouvertes et la prévalence d'asthme, d'atopie et des symptômes associés²¹. Les concentrations de trichloramine dans l'air variaient de 0.16 mg/m³ pour les piscines chlorées couvertes, 0.026 mg/m³ dans les piscines désinfectées par brome et de 0.002 mg/m³ dans des piscines chlorées en plein air. Les résultats indiquaient que les enfants fréquentant des piscines avant l'âge de 2 ans comparés à ceux commençant aller à la piscine après l'âge de 4 ans, avaient moins de symptômes des voies respiratoires inférieures et supérieures. La prévalence d'eczéma était augmentée en fonction de la durée totale de la fréquentation des piscines. Ces données contredisent les résultats trouvés dans les études belges.

Actuellement, les résultats des études sur les enfants en bas âge restent incohérents. Ils incitent néanmoins à réfléchir sur l'exposition à la trichloramine et sur les mesures de protection des voies aériennes à prendre pour les enfants en bas âge fréquentant les piscines.

Comment prévoir le futur – recommandations et propositions

Afin d'améliorer la qualité de l'eau et de l'air dans les piscines, il faut tout d'abord s'assurer d'un apport le plus faible possible de contamination organique par des mesures simples: rendre les douches réellement obligatoires pour les utilisateurs des piscines. Des actions de sensibilisation dans ce sens devraient être proposées dans toutes les piscines.

En Suisse, il n'y a actuellement pas encore de valeur de référence pour la trichloramine dans l'air des piscines mais suite à l'étude

de Jean Paratte, la SUVA veut introduire un taux limite autorisé de 0.3 mg/m³. La SIA (Société Suisse des ingénieurs et des architectes) propose une nouvelle norme de 0.2 mg/m³, valeur encore en consultation actuellement. De plus le renouvellement d'air devrait être au minimum de 30%/h.

En France la valeur cible proposée depuis la fin des années 90 par l'INRS (Institut national de recherche et de sécurité) est de 0.5 mg/m³.

A noter, que ces mesures seraient utiles et nécessaires non seulement pour la protection des nageurs mais également des professionnels.

Conclusions

L'incohérence et la multitude des résultats souligne la nécessité de continuer à effectuer des études plus détaillées, longitudinales et avec des taux de trichloramine comparables afin d'obtenir des informations précises et afin de pouvoir élaborer des recommandations pour les utilisateurs de piscine ainsi que les professionnels^{22, 23}. Des études avec une approche et analyse multidisciplinaire seraient probablement très utiles. Jusqu'à ce jour une association entre la fréquentation de piscines et de l'asthme chez l'enfant est suggérée dans la littérature mais les résultats ne sont pas conclusifs. Les résultats semblent un peu plus évidents chez les nageurs d'élite chez lesquels l'asthme est connu être plus fréquent comparé à d'autres sportifs de haut niveau. Mais il est encore difficile de tirer des conséquences de causalité; en effet la plupart des études sont observationnelles et une association n'est toujours pas confirmée pour les nageurs de loisir²⁴.

En plus, l'effet d'autres installations comme les whirlpools sur des asthmatiques est encore peu étudié²⁵.

Il est connu que beaucoup d'asthmatiques choisissent la natation comme première activité sportive. Il manque des données pour chaque tranche d'âge et particulièrement chez des petits enfants et les bébé-nageurs. Les bébés et les enfants sont probablement les plus vulnérables, alors que les maîtres nageurs semblent le plus longuement exposés.

Les études sont encore contradictoires ce qui doit nous inciter à rester attentifs parce qu'un effet délétère et nocif de la trichloramine sur les voies aériennes ne peut être

exclu. Néanmoins, l'effet de ces études a incité la Suisse à établir un état des lieux de la qualité de l'air des piscines afin de déboucher prochainement sur des normes légales concernant la concentration des trichloramines dans l'air des piscines. Les recommandations publiées en 2006 dans ce même journal²⁶ consistant à éviter l'exposition répétée des enfants en bas âge dont l'anamnèse suggère un risque de développer un asthme, restent valables.

Nos sincères remerciements à Jean Paratte (hygiéniste du travail, responsable scientifique du laboratoire intercantonal de santé au travail LIST à Peseux) pour nous avoir autorisés à citer son enquête et pour sa disponibilité et les fructueuses discussions.

Annotation: Absence de contributions financières externes ainsi que de relations financières ou personnelles des auteurs.

Références

- 1) Carbonelle S. Les risques sanitaires des produits dérivés de la chloration des eaux de bassins de natation. *VertigO* 2003;4(1):1–6.
- 2) Paratte J, Evaluation de l'exposition à la trichloramine atmosphérique des maîtres nageurs, employés et utilisateurs publics des piscines couvertes des cantons de Fribourg, Neuchâtel et du Jura. *Laboratoire intercantonal de santé au travail (LIST)* 2008.
- 3) Hermans C, Bernard A. Lung epithelium-specific proteins. Characteristics and potential applications. *State of the Art. Am J Respir Crit Care Med* 1999;159:646–78.
- 4) Carbonelle S, Francaux M, Doyle I, Dumont X, De Burbure C, Morel G et al. Changes in serum pneumoproteins caused by short-term exposures to nitrogen trichloride in indoor chlorinated swimming pools. *Biomarkers* 2002;7:464–78.
- 5) Bernard A, Carbonelle S, Nickmilder M, de Burbure C. Non-invasive biomarkers of pulmonary damage and inflammation: application to children exposed to ozone and trichloramine. *Toxicology and Applied Pharmacology* 2005;206:185–190.
- 6) Lagerkvist BJ, Bernard A, Blomberg A, Bergstrom E, Forsberg B et al. Pulmonary epithelial integrity in children: relationship to ambient ozone exposure and swimming pool attendance. *Environ Health Perspect* 2004;112(17):1768–71.
- 7) Nickmilder M, Bernard A. Respiratory Health and Pulmonary Epithelium Integrity of Swimming babies. *Proceeding of the American Thoracic Society* 2006;3:A23.
- 8) Bernard A, Carbonelle S, Dumont X, Nickmilder M. Infant swimming practice, pulmonary epithelium integrity, and the risk of allergic and respiratory diseases later in childhood. *Pediatrics* 2007;119:1095–103.
- 9) Carbonelle S, Bernard A, Doyle IR, Grutters J, Francaux M. Fractional exhaled NO and serum pneumoproteins after swimming in a chlorinated pool. *Med Sci Sports Exerc* 2008;40(8):1472–6.
- 10) Massin N, Bohadana AB, Wild P, Hery M, Toamain JP, Hubert G. Respiratory symptoms and bronchial responsiveness in lifeguards exposed to nitrogen trichloride in indoor swimming pools. *Occup Environ Med* 1998;55:258–63.
- 11) Jacobs JH, Spaan S, van Rooy GB, Meliefste C, Zaat VA, Rooyackers JM et al. Exposure to trichloramine and respiratory symptoms in indoor swimming pool workers. *Eur Respir J* 2007;29:690–8.

- 12) Nemery B, Hoet PHM, Nowak D: Editorial: Indoor swimming pools, water chlorination and respiratory health. *Eur Respir J* 2002;19:790-793.
- 13) Goodman M, Hays S. Asthma and swimming: a meta-analysis. *J Asthma* 2008;45(8):639-47.
- 14) Pedersen L, Lund TK, Mølgaard E, Kharitonov SA, Barnes PJ, Backer V. The acute effect of swimming on airway inflammation in adolescent elite swimmers. *J Allergy Clin Immunol* 2009;123(2):502-4.
- 15) Lévesque B, Duchesne J, Gingras S, Lavoie R, Prud'Homme D et al. The determinants of prevalence of health complaints among young competitive swimmers. In *Arch Occup Environ Health* 2006;80:32-39.
- 16) Bernard A, Carbonelle S, Michel O, Higuete S, de Burbure C et al. Lung hypermeability and asthma prevalence in schoolchildren: unexpected associations with the attendance at indoor chlorinated swimming pools. *Occup-Environ Med* 2003;60:385-394.
- 17) Bernard A, Carbone S, De Burbure C, Michel O, Nickmilder M. Chlorinated pool attendance, atopy, and the risk of asthma during childhood. *Environ Health Perspect* 2006;114:1567-73.
- 18) Bernard A, Nickmilder M, Voisin C. Outdoor swimming pools and the risks of asthma and allergies during adolescence. *Eur Respir J*. 2008 Oct; 32(4):979-88.
- 19) Schoefer Y, Zutavern A, Brockow I, Schafer T, Kramer U, Schaaf B et al. Health risks of early swimming pool attendance. *Int J Hyg Environ Health* 2007;211:367-73.
- 20) Nystad W: Baby swimming and respiratory health. *Acta Paediatrica* 2008, 97:657-662.
- 21) Font-Ribera L, Kogevinas M, Zock JP, Nieuwenhuijsen MJ, Heederik D, Villanueva CM. Swimming pool attendance and risk of asthma and allergic symptoms in children. *Eur Respir J*. 2009 May 14. [Epub ahead of print].
- 22) Uyan ZS, Carraro S, Piacentini G, Baraldi E. Swimming pool, respiratory health, and childhood asthma: should we change our beliefs? *Pediatr Pulmonol*. 2009;44(1):31-7.
- 23) Weisel CP, Richardson SD, Nemery B, Aggazzotti G, Baraldi E et al. Childhood asthma and environmental exposures at swimming pools: state of the science and research recommendations. *Environ Health Perspect*. 2009;117(4):500-7.
- 24) Goodman M., Hays S. Asthma and swimming: a meta-analysis. *J Asthma* 2008;45:639-47.
- 25) Lee PR, Conant M. Asthma and Whirlpool Baths. *N Engl Med* 2005; 353(15): 1635-1636.
- 26) Barazzone Argiroffo C: «Initier les petits enfants à la natation risque de causer des lésions irréversibles»: le point sur la question. *Paediatrica* 2006;17(3):67-68.

Correspondance

Dr Regula Corbelli
Prof. C. Barazzone-Argiroffo
Unité de Pneumologie pédiatrique
Hôpital des Enfants
Rue Willy-Donzé 6
1211 Genève 14
Tél. +41 22 372 45 79
Fax +41 22 372 47 79
regula.corbelli@hcuge.ch
constance.barazzone@hcuge.ch