

“L'air est **essentiel à chacun**
et mérite **l'attention de tous.**”

ETUDE

Mesure de la trichloramine dans l'air de la piscine de Lamballe Communauté

V1 Octobre 2007



ORGANISME
DE MESURE, D'ÉTUDE
ET D'INFORMATION SUR
LA QUALITÉ DE L'AIR
EN BRETAGNE



Air Breizh
28 rue des Veyettes - 35000 Rennes
Tél. 02 23 20 90 90 - Fax 02 23 20 90 95

www.airbreizh.asso.fr

I. Contexte

En réponse à la demande de Lamballe Communauté, Air Breizh a réalisé une étude sur les teneurs en trichloramine dans l'air du centre nautique le mercredi 19 septembre.

Afin de mettre à disposition des baigneurs des eaux de bonne qualité, les exploitants des piscines sont amenés à utiliser différents produits désinfectants. Le chlore et ses dérivés sont les plus courants. Solubilisé dans l'eau, le chlore se trouve sous forme d'ion hypochlorite. Ces ions réagissent (suivant des mécanismes complexes) avec certains polluants azotés apportés par les baigneurs (sueur, salive, urine,...). La dégradation de ces molécules organiques aboutit à la formation de chloramines, décrites dans la littérature scientifique comme des produits irritants. En raison de sa faible solubilité, la trichloramine (ou trichlorure d'azote, NCl_3) se volatilise presque totalement dans l'atmosphère.

Le décret du 7 avril 1981 modifié par le décret du 20 septembre 1991 fixe les normes d'hygiène et de sécurité applicables aux piscines ouvertes au public. Ce dernier porte sur la qualité de l'eau des bassins mais n'apporte pas de précision sur les concentrations en trichloramine dans l'air.

II. Les chloramines

II.1. Sources et formation

Le chlore est très largement utilisé pour les opérations de désinfection en raison de ses propriétés bactéricides, de son faible coût et de la facilité d'emploi de certains dérivés, en particulier l'eau de Javel.

La solubilisation du chlore dans l'eau conduit à la formation d'ions hypochlorites (ou acide hypochloreux selon le pH). Le chlore est susceptible de réagir avec des substances azotées (urines, sueur, salive dans le cas des piscines ; débris végétaux et animaux dans l'industrie agroalimentaire). Il s'agit d'une chimie très complexe qui voit le chlore dégrader progressivement des molécules telles que les protéines pour donner naissance à des composés divers tels que des haloformes (chloroforme, dichlorométhane,...), des aldéhydes et des chloramines. Le mécanisme réactionnel aboutissant à la formation de ces derniers composés peut être schématisé ainsi¹ :

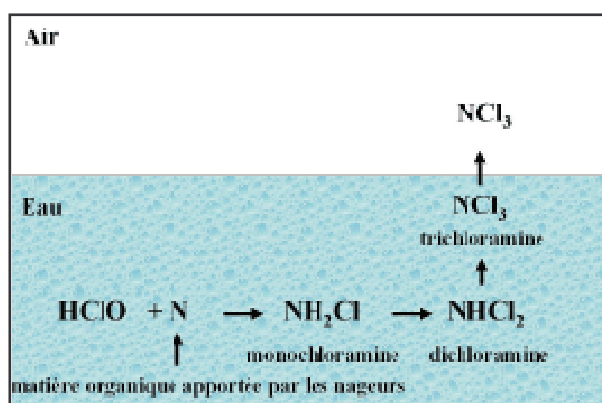


Fig.1 : Schéma de formation de la trichloramine dans les piscines

Compte tenu de leurs solubilités respectives, la mono- et la dichloramine reste en phase aqueuse. En revanche, la trichloramine se volatilise rapidement dans l'atmosphère. Ce gaz est responsable de l'odeur caractéristique des bassins de natation

II.2. Effets

La toxicité aiguë du trichlorure d'azote est bien connue. Chez l'animal (expérience menée sur des souris), cette substance a le même pouvoir d'irritation que le chlore ou le formaldéhyde et cause un œdème pulmonaire fatal à haute dose².

Une étude épidémiologique publiée en 2001 et menée auprès de 334 Maîtres Nageurs Sauveteurs (M.N.S) employé dans 63 établissements différents, a montré une forte corrélation entre les niveaux de trichloramine dans l'air et la prévalence des troubles irritatifs¹.

¹ HERY M., DORNIER G.- Chloramines dans les piscines et l'agroalimentaire. Le point des connaissances sur, INRS, 2000, 4p.

² CARBONNELLE S. - Les risques sanitaires des produits dérivés de la chloration des eaux de bassin de natation, VertigoO - Vol 4 No 1 , mai 2003.

II.3. Valeurs de références

Les travaux entrepris par l'INRS (Institut National de Recherche et de Sécurité pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles) depuis plus de dix ans³, ainsi que les essais d'irritation réalisés en expérimentation animale⁴, ont permis d'établir des « valeurs limites de confort » pour le trichlorure d'azote.

- Valeur limite à court terme (équivalent VLE, sur 15 minutes) : 1,5 mg/m³
- Valeur limite à long terme (équivalent VME, sur 8 heures) : 0,5 mg/m³

Au vu de l'étude épidémiologique menée par l'INRS auprès des MNS, il semblerait que la VME pourrait être abaissée à 0,3 mg/m³, comme c'est déjà le cas en Belgique (arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale du 10 octobre 2002).

III. Méthodologie

III.1. Protocole⁵

La technique d'échantillonnage et d'analyse des prélèvements est issue de la base de données Métropol (recueil de méthodes de prélèvement et d'analyse de l'air pour l'évaluation de l'exposition professionnelle aux agents chimiques élaborées par les CRAM et l'INRS).

Chaque échantillonneur est composé :

- d'une **cassette** contenant 1 filtre-membrane de porosité < 1 µm (protection contre les projections) et 2 filtres à quartz (diamètre 37 mm) imprégnés de carbonate de sodium et de trioxyde de diarsenic (prélèvement de la trichloramine),
- d'une **pompe** de prélèvement individuel capable d'assurer un débit régulé de 0,5 à 1 l/min (± 5 %),
- d'un **flexible** reliant la pompe à l'échantillonneur,
- d'un **support** métallique avec une pince pour régler la hauteur de prélèvement.

En milieu fortement basique, le trioxyde diarsenic réduit les différentes formes de chlore en chlorures. La durée de prélèvement est fixée à 3h, afin d'assurer un volume d'échantillonnage suffisant (180 l).

Les analyses ont été confiées au Laboratoire d'Etudes et de Recherche en Environnement et Santé de l'Ecole Nationale de Santé Publique (ENSP-LERES).

³ HÉRY M., HECHT G., GERBER J.M. et coll. - Exposition aux chloramines dans les atmosphères des halls de piscine. Cahiers de notes documentaires INRS, 1994, 156, ND 1963, pp. 285-292.

⁴ HENRY'S LAW CONSTANTS FOR FLASHOFF. HOLZWARTH G., BALMER R.G. AND SONY L. - The fate of chlorine and chloramines in cooling towers. Water Res. 18, 1984, pp. 1421-1427.

⁵ INRS – Trichlorure d'azote et autres composés chlorés – Fiche Metropol 007/V01, 2006.

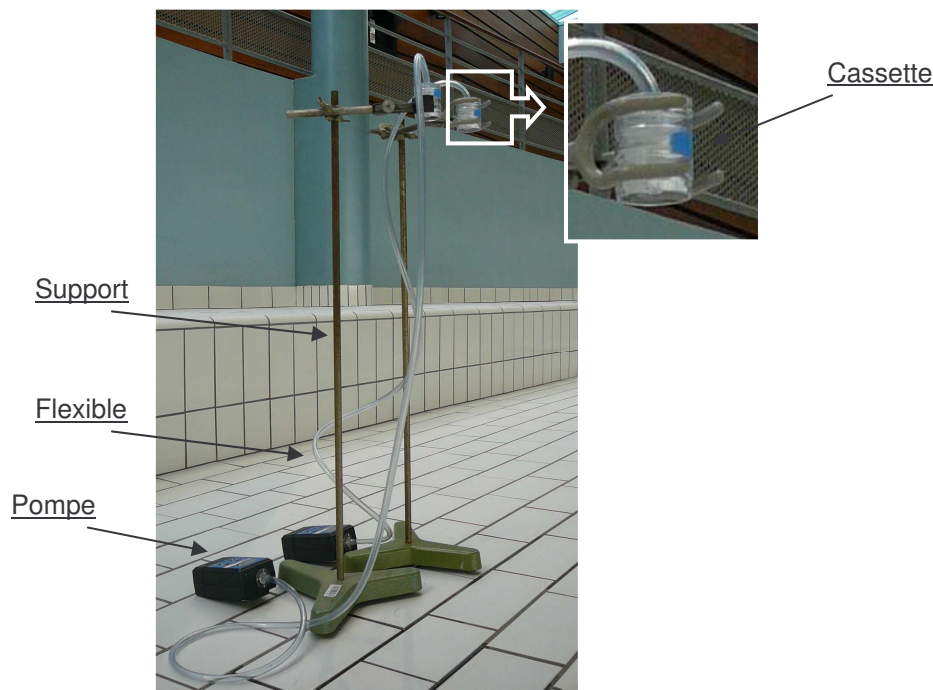


Fig.1 : Photo d'un échantillonneur

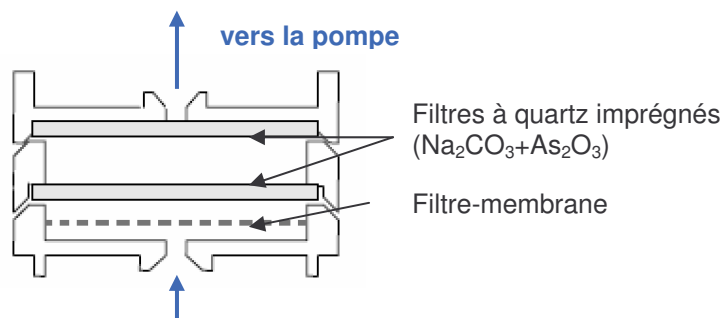


Fig.2 : Schéma de la cassette de prélèvement

III.2. Description de l'installation

La structure met à la disposition des usagés quatre bassins (bassin sportif, bassin ludique, pataugeoire et fosse à plongeon), un espace santé (2 saunas, 1 hammam, 1 jacuzzi), ainsi qu'un jardin arboré et des terrasses extérieures.

- Bassin sportif (L : 25 m ; l : 12,5 m ; V : 509 m³). Comme tous les autres bassins, il est en hydraulité mixte (recyclage de l'eau 70% en débordement par les goulottes et 30 % par le fond,
- Bassin ludique (forme arrondie de surface 120 m² et de volume de 125 m³). Il propose de nombreuses animations aquatiques pour le grand public (couloir rapide, plaque à bulles, jets massant, banquettes massantes, cascade d'eau et coupole d'eau),
- Pataugeoire (S : 30 m², V : 7 m³),
- Fosse à plongeon (L : 10 m ; l : 6 m ; V : 210 m³) équipée d'un plongeon flexible à 1 m,
- Espace santé : 1 jacuzzi, 1 hammam et 2 saunas

- Vestiaires : Le centre aquatique est équipé de vestiaires de 2 types (grand public et collectifs).

La Fréquentation Maximale Instantanée de l'équipement est de 430 personnes.

L'équipe chargée d'exploiter cet équipement est composée de 13 personnes à temps plein : 7 postes de Maîtres Nageurs Sauveteurs, 4 agents d'accueil et d'entretien, un technicien chargé de la maintenance et 1 directeur.

III.3. Stratégie d'échantillonnage

Afin d'assurer une bonne représentativité spatiale des mesures, 4 points de prélèvement sont nécessaires à l'intérieur de la piscine :

- ❶ et ❷ au niveau des gradins afin d'être représentatifs du niveau de fond en trichlorure d'azote. Ce doublon, 2 systèmes de prélèvement fonctionnant en parallèle, permet d'appréhender la répétabilité de la mesure (éloignement de 3 m et hauteur de prélèvement de 1,5 m),
- ❸ à proximité du bassin sportif (éloignement d'1 m et hauteur de prélèvement 0,8 m),
- ❹ à proximité du bassin ludique (éloignement de 50 cm et hauteur de prélèvement 0,8 m).

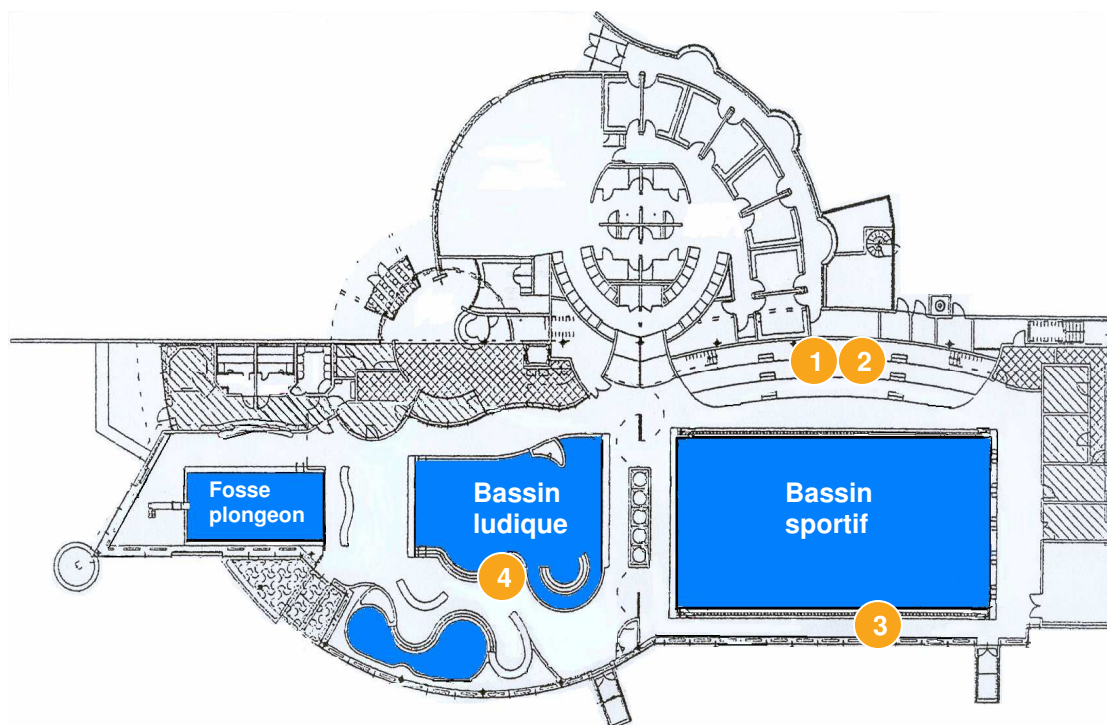


Fig.3 : Implantation des points de mesure dans l'enceinte de la piscine

Afin de vérifier qu'aucune contamination extérieure ne puisse venir fausser les résultats de l'analyse, un « blanc terrain » est réalisé. Il s'agit d'une cassette de prélèvement qui suit le même cheminement que les autres échantillons mais qui n'est pas raccorder au système de prélèvement.



Fig.4 : Photo depuis le bassin ludique

III.4. Période prélèvement

La campagne de prélèvements a été menée le mercredi 19 septembre de 13h30 à 17h30. Le créneau horaire 13h30 -15h était réservé au club nautique avec une fréquentation et une activité importante dans le bassin sportif. A partir de 15h l'établissement a été ouvert au grand public. Cette journée marquée par un temps ensoleillé, portes vitrées fermées a connu une faible fréquentation (fréquentation maximale estimée à 16h entre 60 et 70 personnes).

L'installation a été alimentée à 70% en air neuf. Les autres données techniques ont fait l'objet d'un relevé de terrain et sont mentionnées en annexe.

IV. Résultats

III.1. Limites de l'étude

Les résultats de cette campagne de mesure ne sont représentatifs que de la période durant laquelle les prélèvements ont été effectués. Compte tenu de la corrélation qu'il existe entre le nombre de baigneurs et la production de chloramines, une fréquentation faible de l'établissement entraîne probablement une sous-estimation des concentrations de NCl_3 dans l'air par rapport à une journée fortement fréquentée.

III.2. Tableau d'analyses

Echantillon	Paramètres	Volume (l)	Heures de prélèvement		Résultats (mg/m ³)
			début	fin	
1 (gradin)	NCl ₃	180	13h32	17h32	0,15
2 (gradin)	NCl ₃	180	13h32	17h32	0,17
3 (bassin sportif)	NCl ₃	180	13h30	17h30	0,17
4 (bassin ludique)	NCl ₃	180	13h30	17h30	0,10
5 (blanc)					< 0,03

L'analyse du blanc montre qu'il n'y a pas eu de contamination lors du stockage et du transport des échantillons.

L'écart entre les mesures 1 et 2 (0,02 mg/m³) tend à montrer une bonne répétabilité de la mesure.

Les niveaux relevés dans l'enceinte du centre nautique s'échelonnent de 0,10 à 0,17 mg/m³. Les concentrations en trichloramine dans l'air apparaissent plus élevées à proximité du bassin sportif (0,17 mg/m³) qu'à proximité du bassin ludique (0,10 mg/m³).

Ces résultats peuvent paraître surprenant au regard des concentrations relevées dans la littérature. En effet, les études réalisées font état de niveaux de trichloramine plus élevées dans les piscines ludiques que dans les piscines classiques. Lors de l'étude épidémiologique menée par l'INRS, 63 piscines ont été équipées de système de mesure comparable à ceux utilisés pour cette campagne. La moyenne des concentrations mesurées dans les piscines classiques était de 0,24 µg/m³ (sur 46 établissements testés) et celle des piscines ludiques de 0,67 µg/m³ (sur 17 établissements testés). Cette différence s'explique par des conditions de volatilisation plus favorables dans les bassins ludiques (température de l'eau plus élevée, agitation plus importante).

La singularité des résultats relevés à Lamballe pourrait s'expliquer l'activité importante qu'a connue le bassin sportif durant l'entraînement de natation de 13h30 à 15h, et la faible fréquentation du bassin ludique au cours de cette même période.

Synthèse

La campagne de prélèvement effectuée en 3 points de mesure du centre nautique de Lamballe, le 19 septembre 2007, ne fait apparaître aucune teneur élevée en trichloramine dans l'air (mesures comprises entre 0,10 et 0,17 mg/m³) par rapport à la valeur moyenne d'exposition proposée par l'INRS (0,5 mg/m³). Compte tenu des discussions en cours autour de cette VME et de la fréquentation relativement faible qu'a connu l'établissement durant la période de mesure, il n'est pas possible de conclure à l'absence de risque pour le personnel travaillant au sein de cette structure.

Annexe



Fiche terrain

Lieu : Centre nautique de Lamballe

Date : 19/09/07

Opérateur : CB - VE

Paramètres		Bassin sportif Circuit 1	Bassin ludique Circuit 2
Exploitation	Fréquentation cumulée / jour	266	
	Heure d'ouverture	13h30 – 19h	13h30 – 19h
	Type de fréquentation (sportif, loisir, ludique)	sportif	loisir
	Température air intérieure	24,8 °C	
	Température de l'eau	27,8 °C (8h30) 28,4 °C (13h30)	29,8 °C (8h30) 30,4 °C (13h30)
	Apport d'eau neuve (m ³)	37 m ³	43 m ³
	pH eau	7,2 (8h30) 7,2 (13h30)	7,4 (8h30) 7,3 (13h30)
	Système de traitement de l'eau	Filtration sur sable, Chloration,	
	Chloramines	0,30 mg/l (8h30) 0,27 mg/l (13h30)	0,20 mg/l (8h30) 0,20 mg/l (13h30)
	Taux de ventilation	70 % air neuf	