

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

Rapport d'étude 2015

Mesures des concentrations en trichloramines, au centre aquatique municipal de Kerbihan, à Hennebont (56)

Suite à la demande de :
Mr LE BELLOUR,
Mairie d'Hennebont



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



Air Breizh
3 rue du Bosphore - Tour ALMA 8^{ème} étage - 35200 Rennes
Tél : 02 23 20 90 90 – Fax : 02 23 20 90 95

www.airbreizh.asso.fr

I. Présentation

En réponse à la demande des services techniques de la municipalité d'Hennebont, Air Breizh a réalisé des mesures en trichloramines dans l'air du centre aquatique de Kerbihan, situé à Hennebont, **le mardi 12 mai 2015**.

En effet, suite au signalement émis par le personnel de la piscine, de troubles respiratoires répétés (irritation...) et après consultation du CHSCT, le maire a décidé de faire procéder à une campagne de mesures en trichloramines dans l'air afin de vérifier les niveaux moyens rencontrés en trichlorure d'azote à proximité des différents bassins, et évaluer ainsi l'exposition du personnel du centre aquatique à ces composés.

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 trichloramines 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 :

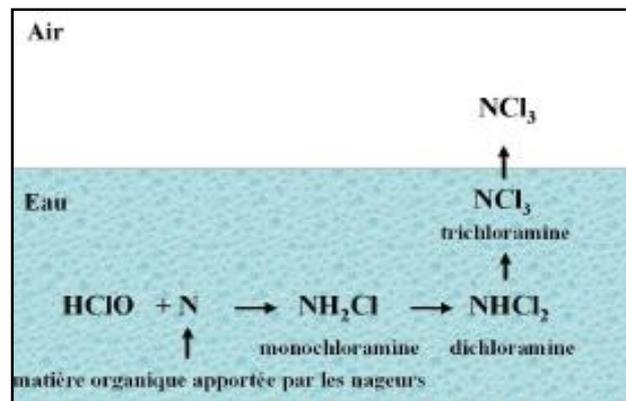


Fig.1 : Schéma de formation de la trichloramine dans les piscines

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 trichloramines 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, VertigO - 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 (NCl₃).

- Valeur limite à court terme (équivalent VLE, sur 15 minutes) : 1,5 mg/m³ (recommandation INRS, prévention effet irritant).
- Valeur limite à long terme (équivalent VME, sur 8 heures) : 0,5 mg/m³
- Valeurs préconisée par l'ANSES (avis du 09/06/10) : NCl₃ < 0.3 mg/m³

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 édité par 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 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 (soit 180 l).

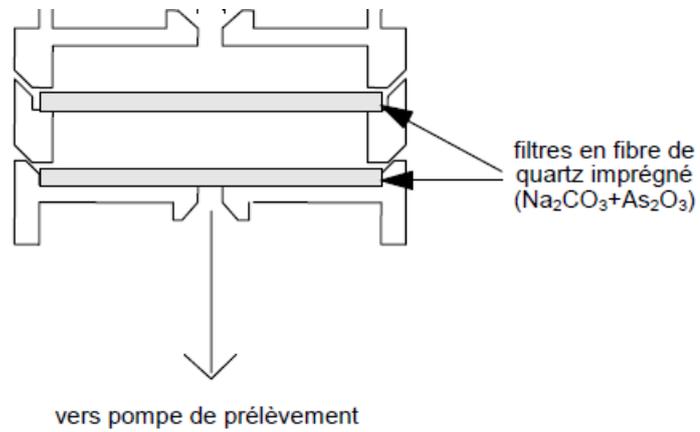
Les analyses ont été confiées au Laboratoire TERA Environnement.

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.

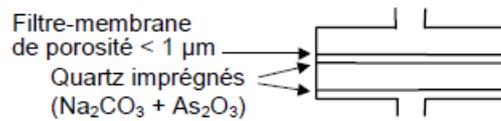
⁴ HENRY'S LAW CONSTANTS FOR FLASHOFF. HOLZWARTH G., BALMER R.G. AND SONY L. - The fate of chlorine and chloramines in cooling towers. Water Res. 18, 1984, pp. 1421-1427.

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

III.2. Principe de l'échantillonneur

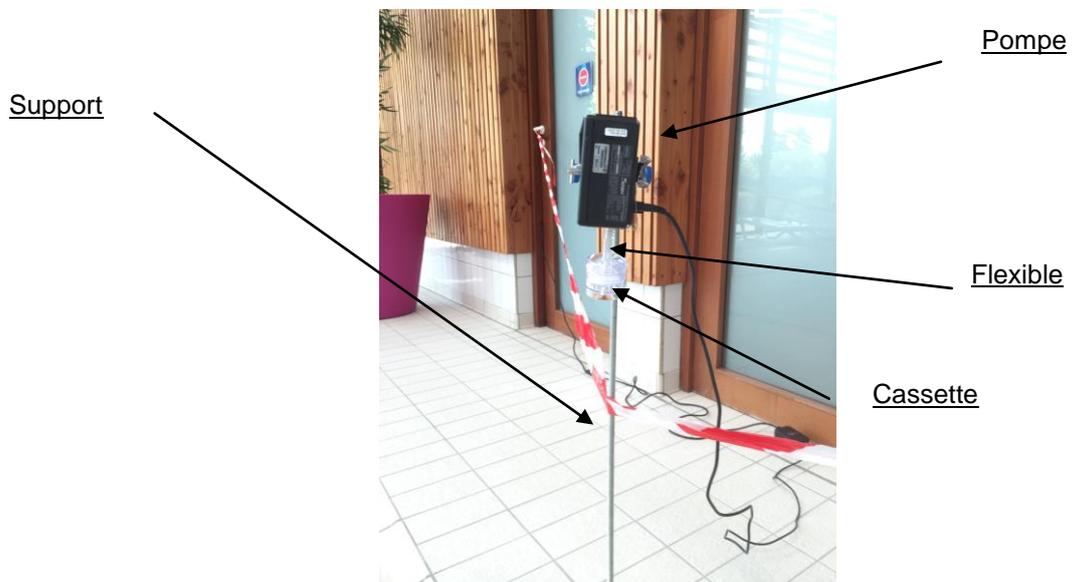


Détermination de tous les composés chlorés sans distinction



Celui-ci est composé de filtres imprégnés de carbonate de sodium et de trioxyde de diarsenic. Les filtres imprégnés collectent la fraction de chloramines la plus volatile (trichlorure d'azote, NCl_3), avec une efficacité proche des 100%.

Fig.1 : Photo d'un échantillonneur



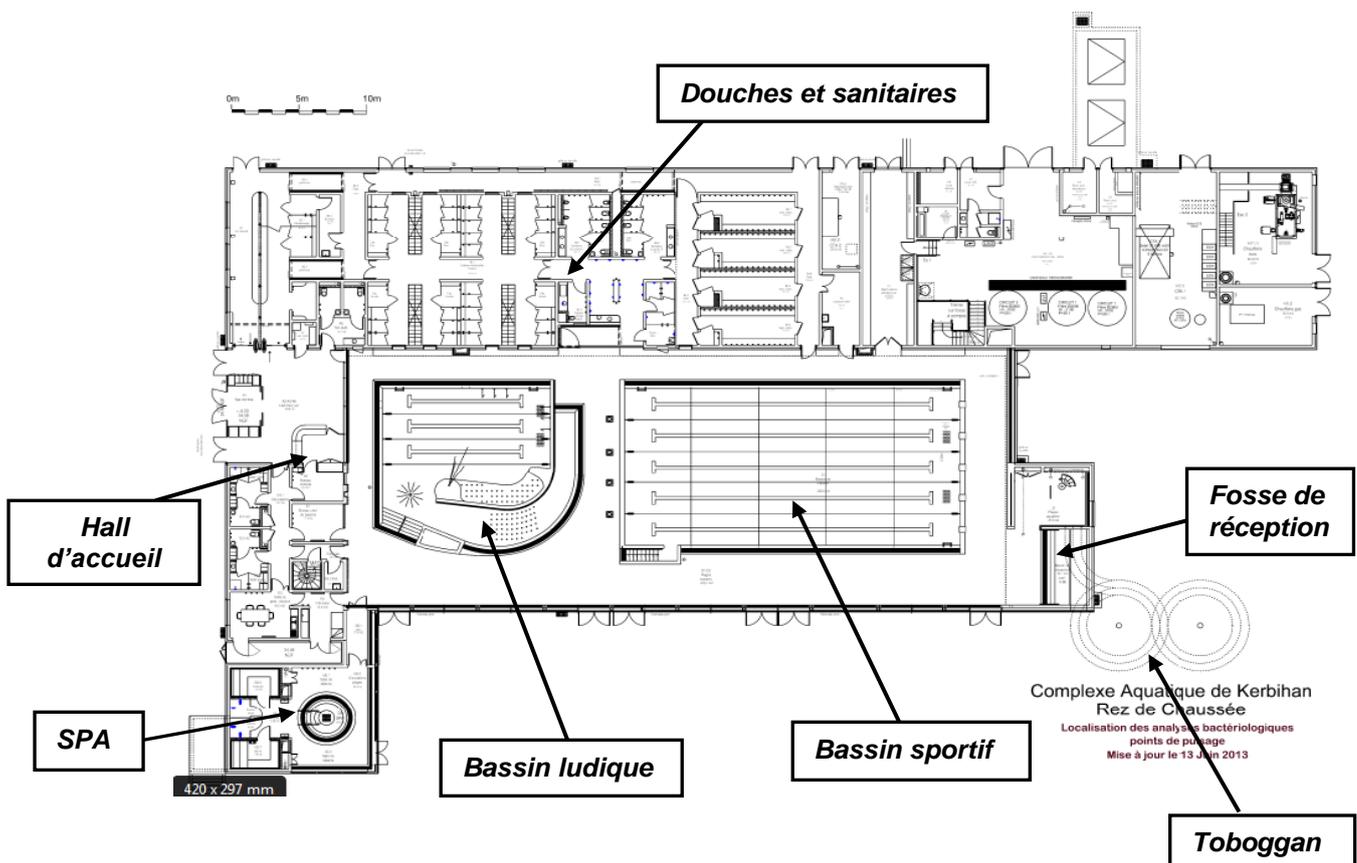
III.3. Description de l'installation

La structure met à la disposition des usagés 3 bassins (1 bassin ludique, 1 bassin sportif et 1 fosse à plongeon), ainsi qu'un espace de santé spa (dont un jacuzzi), et permet également l'accès aux terrasses extérieures. L'espace aquatique comprend :

- 1 Bassin sportif,
- 1 Bassin ludique,
- 1 Fosse à réception (située au bout du bassin de natation)
- 1 Espace Spa avec jacuzzi...

Les différents bassins, ainsi que douches et sanitaires, font partie d'un même volume, et ne sont pas non isolés entre eux.

Tous les autres volumes (spa, vestiaires, hall d'accueil) sont isolés de ces locaux par une porte.



Le tableau des fréquentations journalières de l'espace aquatique au cours des mois de février et mars nous a fourni des données permettant d'évaluer le nombre de personnes susceptible de fréquenter l'espace aquatique en journée, pendant la semaine. D'après les données transmises, les journées du mardi et du jeudi, semblaient être les plus fréquentées (jusqu'à 593 entrées).

L'équipe chargée d'exploiter cet équipement comprend environ une dizaine de personnes.

III.4. Stratégie d'échantillonnage

Afin d'assurer une bonne représentativité spatiale des mesures, 4 points de prélèvement (situés environ à 2 mètres du bord des bassins et à environ 1,5 mètres de hauteur) ont été définis à l'intérieur de l'espace aquatique, de manière à couvrir l'ensemble du site.

- ❶ à proximité du bassin ludique,
- ❷ au niveau des chaises des maîtres-nageurs, situées entre les 2 bassins,
- ❸ à proximité du bassin sportif (côté vestiaires),
- ❹ à proximité de la fosse de réception du toboggan, située au bout du bassin, à l'extrémité du centre aquatique.



Fig.3 : Localisation 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.

Evaluation des concentrations en trichloramines au centre aquatique municipal de Kerbihan à Hennebont (56)

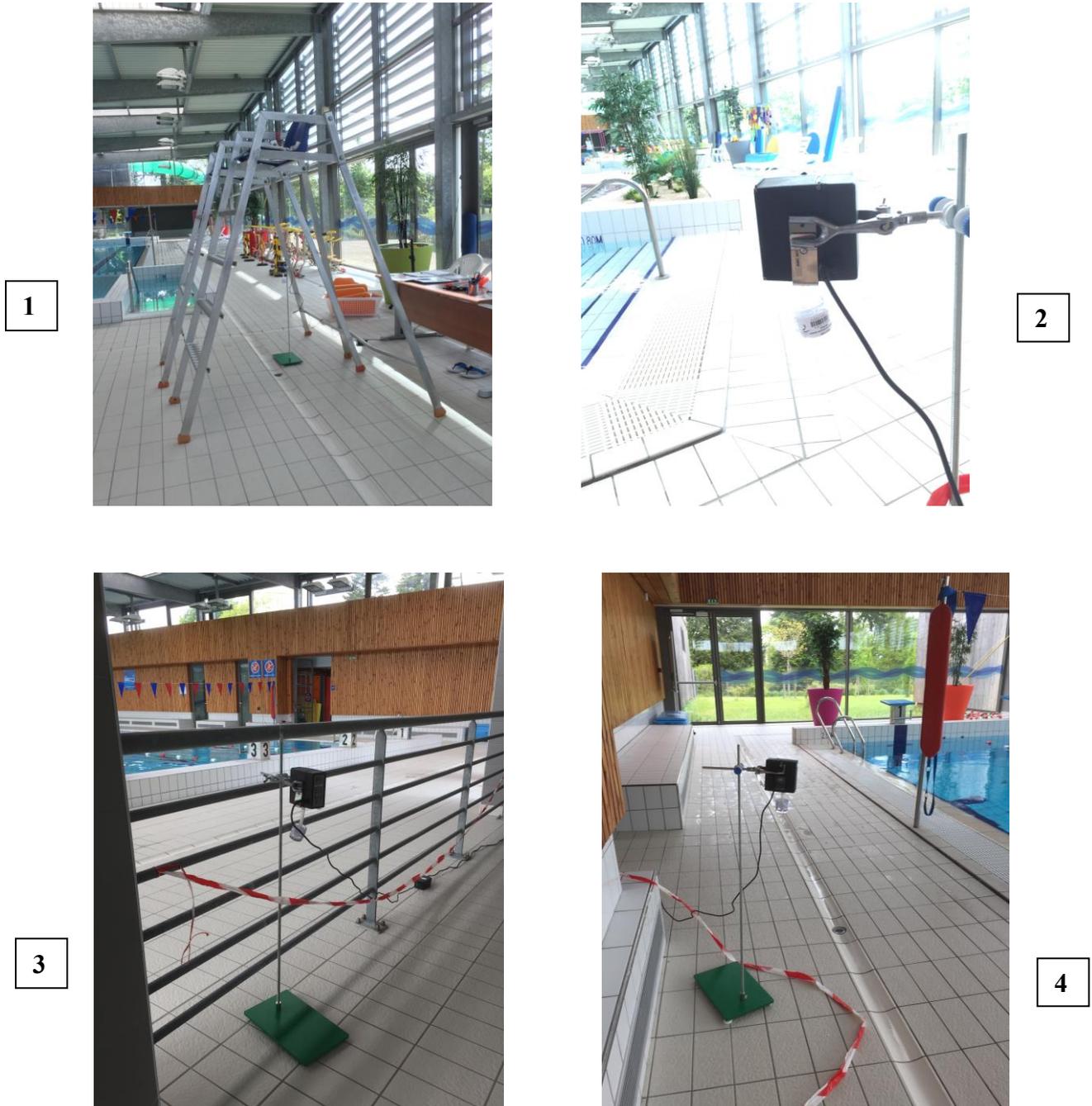


Fig.4 : Photos illustrant les prélèvements en proximité de bassins

III.5. Période prélèvement

La campagne de prélèvements a été menée le **mardi 12 mai**, de **11h00 à 14h00** en ce qui concerne les **prélèvements 1 et 2**, puis de **14h15 à 17h15** pour les **prélèvements 3 et 4**.

Le matin, l'espace aquatique est ouvert aux publics scolaires et accueille les écoles de la commune. Sur le créneau du midi, l'espace aquatique est ouvert au grand public puis accueille de nouveau les scolaires à partir de 14h. Un cours d'aquagym pour seniors était organisé de 16 à 17h.

Evaluation des concentrations en trichloramines au centre aquatique municipal de Kerbihan à Hennebont (56)

Cette journée marquée par un temps ensoleillé, portes vitrées fermées a connu une faible fréquentation (fréquentation estimée à 17h variant entre 75 entrées le matin et 105 entrées environ l'après-midi), soit un maximum de 180 personnes sur les créneaux correspondant aux 2 séries de prélèvements. Notons que l'on observe davantage d'entrées en soirée, sur les créneaux de fréquentation « grand public », à partir de 17/18 heures, période où idéalement, il conviendrait d'effectuer des mesures.

IV. Résultats

IV.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, à savoir en pleine journée, où la fréquentation est bien moindre qu'en soirée, ou qu'au cours du week-end et des vacances scolaires.

Compte tenu de la corrélation qu'il existe entre le nombre de baigneurs et la production de chloramines, une fréquentation faible de l'établissement sur les périodes de prélèvements entraîne probablement une sous-estimation des concentrations de NCl_3 dans l'air par rapport à un moment de fréquentation élevée.

Les concentrations relevées en NCl_3 à l'issue de ces prélèvements vont ainsi tendre à minimiser les niveaux d'exposition réels des surveillants de baignade.

IV.2. Tableau présentant les résultats d'analyses

Echantillon	Paramètres	Volume (l)	Heures de prélèvement début	fin	Résultats (mg/m^3)
1 (chaise surveillants de baignade)	NCl_3	181	10h58	13h59	0,07
2 (bassin ludique)	NCl_3	182	10h55	13h57	0,08
4 (bassin sportif)	NCl_3	180	14h14	17h14	0,07
3 (fosse de réception / Toboggan)	NCl_3	182	14h09	17h11	0,21
5 (blanc)	NCl_3	-	-	-	< 0,03

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

Les niveaux relevés dans l'enceinte du centre aquatique varient de 0,07 à 0,21 mg/m^3 . Les concentrations en trichloramines dans l'air apparaissent plus élevées à proximité de la fosse de réception du toboggan (0,21 mg/m^3) à l'extrémité du bassin sportif, au fond de la piscine. Les trois prélèvements 1, 2 et 4, réalisés aussi bien le matin que l'après-midi, à proximité des 2 bassins, révèlent des concentrations en NCl_3 extrêmement faibles, illustrant par ailleurs un niveau de fond en trichloramines plutôt homogène. En effet, ces 3 points de mesures ont révélé des concentrations similaires (0,07 et 0,08 mg/m^3) et cohérentes entre elles.

Ces résultats peuvent paraître surprenant au regard des concentrations relevées dans la littérature. En effet, les études réalisées font état de niveaux de trichloramines plus élevés dans les piscines, notamment dans les piscines ludiques. Lors de l'étude épidémiologique menée par l'INRS, 63 piscines ont été équipées de système de mesure comparable à ceux utilisés pour cette

Evaluation des concentrations en trichloramines au centre aquatique municipal de Kerbihan à Hennebont (56)

campagne. La moyenne des concentrations mesurées dans les piscines classiques était de 0,24 mg/m³ (sur 46 établissements testés) et celle des piscines ludiques de 0,67 mg/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).

Les résultats particulièrement faibles en termes de concentrations en trichloramines, illustrent un niveau de fond en ces composés, très satisfaisant au regard des valeurs limites préconisées par l'INRS, restant majoritairement bien en deçà des seuils énoncés. Ceci peut s'expliquer d'une part, par la faible fréquentation au moment des mesures et donc la faible agitation de l'eau à proximité des prélèvements réalisés.

Par ailleurs, les conditions de renouvellement de l'air au sein de cet espace relativement volumineux, ainsi qu'un traitement de l'eau adapté (sans excès), sans oublier le maintien de températures homogène entre l'eau et l'air (réduisant ainsi la volatilisation des composés) contribue également à l'obtention de ces valeurs particulièrement faibles.

Notons et rappelons cependant que l'un des prélèvements, en l'occurrence le point de mesure n°3, situé à proximité de la fosse de réception du toboggan et à l'extrémité du bassin sportif où des scolaires se sont succédés l'après-midi, montre également que les valeurs faibles précédemment rencontrées, sont susceptibles d'augmenter significativement en fonction de la fréquentation des bassins et sous l'effet de l'agitation de l'eau. Les valeurs passent ainsi de 0,07 mg/m³ à 0,21 mg/m³, niveau s'apparentant davantage au niveau moyen relevé dans les piscines dites classiques.

Conclusion

La campagne de prélèvement effectuée en 4 points de mesure du centre aquatique de Kerbihan, à Hennebont, **le 12 mai 2015**, ne fait apparaître aucune teneur élevée en trichloramines dans l'air (mesures comprises entre **0,07 et 0,21 mg/m³**) comparativement à la valeur moyenne d'exposition proposée par l'INRS (**0,5 mg/m³**). Ces valeurs restent par ailleurs, bien **inférieures à la valeur de référence préconisée par l'ANSES, de 0,3 mg/m³**.

Compte tenu des discussions en cours autour de la VME et de la fréquentation relativement faible qu'a connu l'établissement durant la période de mesures, il n'est pas possible de conclure formellement à l'absence de risque pour le personnel travaillant au sein de cette structure.

Des prélèvements complémentaires, en période de forte fréquentation des bassins notamment, permettraient d'appréhender les niveaux maximums en trichloramines dans l'air, susceptibles d'être rencontrés au sein de l'espace aquatique, en situation dite « défavorable ». De telles mesures complèteraient ainsi cette première série de données, permettant une meilleure représentativité de l'exposition réelle des salariés.