

UNIVERSITE DE NANTES

FACULTE DE MEDECINE

Année 2016 N° 190

THESE

pour le

DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN MEDECINE

Médecine du travail

par

Jane Ouvrard
née le 18 mai 1989 à Angers (49)

Présentée et soutenue publiquement le 19 Octobre 2016

Les piscines de la Ville de Nantes traitées au chlore : mesure dans l'air des chloramines et enquête par questionnaires auprès des maîtres-nageurs.

Président : Monsieur le Professeur Blanc

Directeur de thèse : Madame le Docteur Dupas

Composition du Jury :

Président du jury :

- Monsieur le Professeur François-Xavier Blanc

Directeur de thèse :

- Madame le Docteur Dominique Dupas

Membres du jury :

- Madame le Docteur Martine De Queiroz
- Monsieur le Professeur Julien Nizard

Remerciements

Je tiens à remercier le Docteur Dominique Dupas d'avoir accepté d'être directrice de cette thèse, mais aussi et surtout pour m'avoir permis de vivre mes quatre années d'internat avec intérêt pour la spécialité de médecine du travail. Vous avez toujours encadré tous vos internes avec cœur et je garderai tout au long de ma future carrière de solides bases de connaissances et un excellent souvenir de mon passage dans votre service de pathologie professionnelle et environnementale du CHU de Nantes.

Je remercie le Professeur François-Xavier Blanc d'avoir accepté de présider le jury de cette thèse.

Je remercie également Monsieur le Professeur Julien Nizard de m'avoir fait l'honneur d'accepter de participer à ce jury. Je vous remercie de nouveau pour les six mois que j'ai passés à vos côtés en tant qu'interne au sein de votre Centre fédératif d'Evaluation et de Traitement de la Douleur (CETD).

Je remercie tout particulièrement le Docteur Martine de Queiroz qui m'a permis de réaliser cette thèse en partenariat avec le service de santé au travail de la Ville de Nantes. Merci de m'avoir fait aimer notre spécialité et plus particulièrement le travail au sein de la fonction publique.

Je remercie l'ensemble du service de santé au travail de la Ville de Nantes et de Nantes Métropole, ainsi que le service des sports qui a accepté de réaliser les mesures dans le cadre de cette thèse.

Bien évidemment je remercie Erwann pour son amour et son soutien indéfectible tout au long de ces années. Je nous souhaite une longue route à partager.

Je remercie chaleureusement Baptiste Cougot pour m'avoir aidée dans ce travail et Johan Lesot pour ses relectures attentives.

Enfin j'adresse une pensée pour mes amis, particulièrement Manue, Agathe et Camille, et pour mes parents et mon frère, sans qui ces longues années d'études n'auraient pas eu la même saveur.

Abréviations

ARS : Agence Régionale de Santé

CHSCT : Comité d'Hygiène, de Sécurité et des Conditions de Travail

COFRAC : Comité Français d'Accréditation

CSP : Code de la Santé Publique

ETAPS : Educateur Territorial des Activités Physiques et Sportives

FFH : Fédération Française Handisport

FFN : Fédération Française de Natation

HAS : Haute Autorité de Santé

INRS : Institut National de Recherche et de Sécurité

InVS : Institut de Veille Sanitaire

MNS : Maître Nageur Sauveteur

UV : Ultra-Violet

VD : Variable dépendante

VI : Variable indépendante

VLE : Valeur Limite d'Exposition maximale

VME : Valeur Moyenne d'Exposition

Sommaire

INTRODUCTION	6
I. Première partie : généralités sur les piscines et les chloramines	6
1. Généralités sur les piscines en France	6
2. Désinfection dans les piscines	8
3. Généralités sur les chloramines et contexte législatif.....	18
a) Les chloramines	18
b) Rappels législatifs.....	19
II. Seconde partie : Mesure dans l'air des chloramines dans les piscines de la Ville de Nantes.....	21
1. Introduction.....	21
2. Méthodologie	22
3. Résultats.....	29
a) Piscine Jules Verne	29
b) Piscine Léo Lagrange	32
c) Piscine de la Durantière	34
4. Discussion.....	36
5. Conclusion	37
III. Troisième partie : Etude de la qualité de vie au travail des ETAPS et de leurs connaissances et inquiétudes au sujet des chloramines.	38
1. Introduction.....	38
2. Méthode.....	38
3. Résultats.....	40
a) Caractéristiques de la population incluse.....	40
b) Données sur leurs connaissances et croyances concernant les chloramines	42
c) Origines de leurs connaissances et croyances sur les chloramines.....	44
d) Auto-évaluation de la satisfaction au travail.....	44
e) Auto-évaluation de la pénibilité.....	47
f) Envie de changer de métier.....	49
g) Ambiance entre collègues	51
h) Relation avec la hiérarchie.....	53
i) Inquiétude vis à vis des chloramines	55
j) Suspicion vis-à-vis de la campagne de mesures des chloramines dans l'air	56
k) Symptômes ressentis	57
l) Données de l'examen clinique.....	59
4. Discussion.....	60
5. Conclusion	63
IV. Synthèse et ouverture	64
Annexes.....	66
Références bibliographiques	95
Cyberographie.....	98

INTRODUCTION

Le chlore est très largement utilisé pour la désinfection de l'eau des piscines municipales. Depuis de nombreuses années la communauté scientifique s'intéresse de près à la qualité de l'air et de l'eau, notamment au sein des piscines. Les chloramines sont des produits résultant de réaction entre le chlore d'une part, et les amines apportées par les baigneurs d'autre part. Les chloramines représentent les principales molécules polluantes de l'air des piscines couvertes.

Dans une première partie, nous reviendrons sur les généralités concernant les piscines en France, puis nous présenterons ce que sont les chloramines ainsi que les aspects législatifs en lien avec ces polluants.

Dans un second temps, nous présenterons les mesures dans l'air qui ont été effectuées au sein des trois piscines de la ville de Nantes traitées au chlore.

Enfin, nous présenterons l'étude réalisée au sein des piscines de la Ville de Nantes, qui, en parallèle de la métrologie, a permis une analyse de la qualité de vie au travail des maîtres nageurs.

I. Première partie : généralités sur les piscines et les chloramines

1. Généralités sur les piscines en France

La natation est l'un des trois sports les plus pratiqués par les Français. En effet selon la Fédération Française de Natation (FFN), ce sont près de 14,5 millions de Français qui nagent régulièrement. Il y avait en 2015, 300932 licenciés à la FFN. La natation est également la première discipline sportive pratiquée au sein de la Fédération Française Handisport (FFH) qui compte près de 15000 licenciés.

En Loire Atlantique, 0,4% de la population est licenciée FFN soit 40 licenciés pour 10000 habitants.

La moyenne d'âge nationale des licenciés est de 22 ans, 85% d'entre eux ayant entre 15 et 30 ans (alors que cette tranche d'âge représente 21% de la population française totale). [1]

Selon une enquête du Ministère des sports datant de 2010 [2], la natation est la seconde activité physique la plus pratiquée par les Français, après la marche. Cette enquête met en exergue les quatre sports les plus pratiqués en France : marche, natation, vélo, course à pied. Une enquête FPS/IPSOS de 2007 [3] révèle que 37,5% des Français interrogés déclarent pratiquer la natation (et 47% des moins de 20 ans), dont 21,9% au moins une fois par semaine (17 300 000 personnes).

La première piscine municipale a été construite en 1924 dans le vingtième arrondissement de Paris, à l'occasion des Jeux Olympiques. Cette piscine, anciennement appelée piscine des Tourelles, est désormais nommée piscine Georges Vallerey. La même année, une piscine municipale est construite à Mulhouse, il s'agit de la piscine Pierre et Marie Curie ouverte depuis 1925.

C'est en 1969 que les constructions de piscines vont se multiplier sur le territoire français, avec la mise en place du « projet des mille piscines », avec cinq modèles types de piscines, dont les piscines tournesol et les piscines canetons, toujours très répandues dans notre pays. Les piscines tournesol sont des piscines en forme de coupoles, tandis que les piscines canetons sont rectangulaires. Ces modèles ont été conçus par des architectes ayant participé au concours national lancé en mai 1969 par le secrétariat d'Etat à la Jeunesse et aux Sports. De 1973 à 1976 ce sont finalement 585 piscines dites « industrialisées » qui sont construites sur le territoire français. [4]

Selon une source EDF suite à une analyse de 2011 [21], 61,7% des piscines en France ont été construites il y a plus de trente ans.

En ce qui concerne la Ville de Nantes, la première piscine construite en dur est apparue en 1934 dans le quartier de Saint Felix. Appelée piscine de l'Abbé Tinier, elle mesurait 16 mètres de long sur 6 mètres de large et avait une profondeur de 170 centimètres. Elle a été fermée en 1986 et comblée définitivement en 1993.

La piscine Léo Lagrange, toujours en activité, a été ouverte le 14 Juillet 1951 sous le nom de piscine de l'île Gloriette. [5][6]

La piscine Jules Verne, dont nous parlerons également dans ce travail, a été ouverte le 26 septembre 1996. La piscine de la Durantière a ouvert en 1975.

La France compte à l'heure actuelle (données de 2006) 6343 bassins (pataugeoires non comptées) répartis dans 4135 piscines accessibles au public. Parmi ces piscines, 76,6% sont de propriété publique. La moitié d'entre elles a été construite avant 1977. On dénombre 3030 communes équipées d'au moins une piscine (sur 36741 communes en France au 01-01-2015). [1]

Les français vivent à une distance moyenne de 9 kilomètres (soit 15 minutes de trajet) d'une piscine ouverte au public. [1]

Les piscines couvertes représentent 38% des piscines recensées en France, les piscines mixtes 15% et les piscines ouvertes 47%. [1]

La France compte 125 bassins de 50 mètres et 398 bassins de 25 mètres dont 7 se trouvent en Loire Atlantique. [1]

Rappelons que l'apprentissage de la natation fait également partie des priorités de l'enseignement scolaire et que ce public représente un taux important des fréquentations des piscines au cours de l'année scolaire, puisque les 6-10 ans représentent un effectif de 4 millions d'enfants répartis en environ 160 000 classes. En effet l'apprentissage peut débuter dès la dernière année de maternelle avec pour objectif national que tous les enfants français sachent nager à la fin de la première année de collège. Les programmes scolaires prévoient 24 à 30 séances de 30 minutes minimum dans l'eau, pour acquérir le « savoir nager ». Cependant, selon un rapport de la Direction Nationale des Sports, près d'un quart des écoles ne bénéficie pas des moyens nécessaires en terme d'équipements sportifs à proximité pour réaliser entièrement ce nombre de séances. [1]

2. Désinfection dans les piscines

L'eau des piscines peut être contaminée par des éléments microbiologiques (bactéries, virus, protozoaires, champignons microscopiques), qui proviennent de l'environnement mais aussi et principalement des baigneurs. Afin de limiter le risque d'infection des usagers (par voie digestive, voie cutanéomuqueuse ou par voie respiratoire), la désinfection de l'eau des piscines est indispensable. Le Code de la Santé Publique (CSP) observe dans son Article D1332-4 que « l'eau des bassins doit être filtrée, désinfectée et désinfectante ». L'Article D1332-2 indique notamment que « le nombre de bactéries aérobies revivifiables à 37°C dans un millilitre est inférieur à

100 » ; « le nombre de coliformes totaux dans 100 millilitres est inférieur à 10 avec absence de coliformes fécaux dans 100 millilitres », et que l'eau des piscines « ne contient pas de germes pathogènes, notamment pas de staphylocoques pathogènes dans 100 ml pour 90% des échantillons ».

L'ANSES recommande, dans son avis du 25 juin 2014 [7], le respect des paramètres physico-chimiques suivant :

- *Escherichia Coli* : absence dans 100 mL ;
- Entérocoques intestinaux : absence dans 100 mL ;
- Spores de bactéries anaérobies sulfito-réductrices : absence dans 100 mL ;
- Staphylocoques pathogènes : fixer le seuil à zéro staphylocoque pathogène dans 100 mL pour 90 % des échantillons prélevés au cours des 12 derniers mois, et un seuil limite de 30 UFC/100 mL pour les 10% d'échantillons restants. Ces seuils pourraient être revus en fonction de l'acquisition de nouvelles données.
- *Pseudomonas aeruginosa* : absence dans 100 mL ;

L'ANSES propose également de supprimer la recherche des bactéries coliformes ou «coliformes totaux ».

Différents produits peuvent être utilisés pour assurer la désinfection de l'eau des piscines en France. Parmi ces produits on retrouve : le chlore, le brome, l'ozone.

Le chlore est de loin le désinfectant le plus utilisé, sous forme d'eau de Javel principalement, ou bien sous forme de chlore gazeux.

L'ozone, gaz instable, est utilisé dans certaines piscines. Il possède en effet une activité antiseptique importante. Son action désinfectante se réalise par oxydation. A Nantes, les piscines publiques non étudiées dans ce travail sont traitées à l'ozone. L'utilisation de ce gaz en tant que désinfectant nécessite un lourd investissement financier avec notamment la mise en place de chambres d'ozonation permettant de mettre en contact l'eau et ce gaz.

Très irritant, l'ozone ne doit pas se retrouver dans l'eau à l'entrée dans la piscine après ozonation. Il faut donc une phase de dégazage après que l'eau soit traitée et avant qu'elle soit réinjectée dans les bassins. L'ozone est un excellent bactéricide mais n'a pas de pouvoir rémanent. Cela implique donc qu'un autre produit, désinfectant avec un pouvoir rémanent, soit utilisé en supplément de l'ozone.

Le brome, qui appartient comme le chlore à la famille des halogènes, est utilisé car l'acide hypobromeux (HBrO), qui se forme lorsque le brome est en solution avec de l'eau, est très désinfectant. Comme le chlore, le brome va réagir avec les amines apportées par les baigneurs et des bromamines se forment. Il présente donc également un caractère irritant pour les voies respiratoires. Le principal problème du brome est son caractère très corrosif. Ce désinfectant est très peu utilisé dans les piscines recevant du public.

Il existe d'autres procédés de désinfection de l'eau des piscines, utilisés en dehors de la France. Par exemple, le procédé électrochimique cuivre-argent est utilisé aux Etats-Unis mais n'a pas été autorisé en France du fait de son faible pouvoir désinfectant et de l'accumulation de l'argent dans l'eau qui la rendrait impropre à la consommation. Le peroxyde d'hydrogène est utilisé en Allemagne et aux Pays-Bas. D'autres procédés tels que l'irradiation UV permet une action désinfectante lorsque l'eau circule autour de la lampe UV mais n'a pas de pouvoir rémanent. Parmi les divers procédés non autorisés en France, citons également le procédé membranaire qui, par filtration, permet de séparer les germes de l'eau. Ce procédé est extrêmement coûteux et est incompatible avec le chlore qui altère rapidement les membranes.

Afin d'être désinfectée, l'eau des piscines est continuellement en mouvement dans un circuit complexe. Chaque piscine dispose d'un local technique qui se trouve soit à côté de la piscine, soit en dessous de la piscine.

L'eau est récupérée par un système dit de « débordement » qui récupère l'eau qui déborde du bassin, la quantité d'eau est donc dépendante du nombre de baigneurs dans le bassin. L'eau est également récupérée par le fond de la piscine, la quantité étant réglable par des

vannes. Dans les piscines que nous étudions, environ 60% de l'eau récupérée pour être filtrée provient du système de débordement, 40% provenant du fond de la piscine.

L'eau récupérée avec le système de débordement est ensuite acheminée par des tuyaux dans le bac tampon. Ce bac sert à réguler le niveau d'eau dans la piscine et à apporter de l'eau neuve si le niveau de la piscine est trop bas. Une sonde au niveau du bac tampon permet une ouverture automatique des vannes d'apport d'eau neuve.

Ensuite, l'ensemble de l'eau récupérée pour filtration (celle provenant du système de débordement qui est passée par le bac tampon et celle provenant du fond du bassin) arrive à un pré-filtre grâce au fonctionnement en continue d'une pompe.

La photo 1 montre le pré-filtre et la pompe. Une pompe de secours est présente, elle est utilisée lors de la maintenance de la pompe principale.

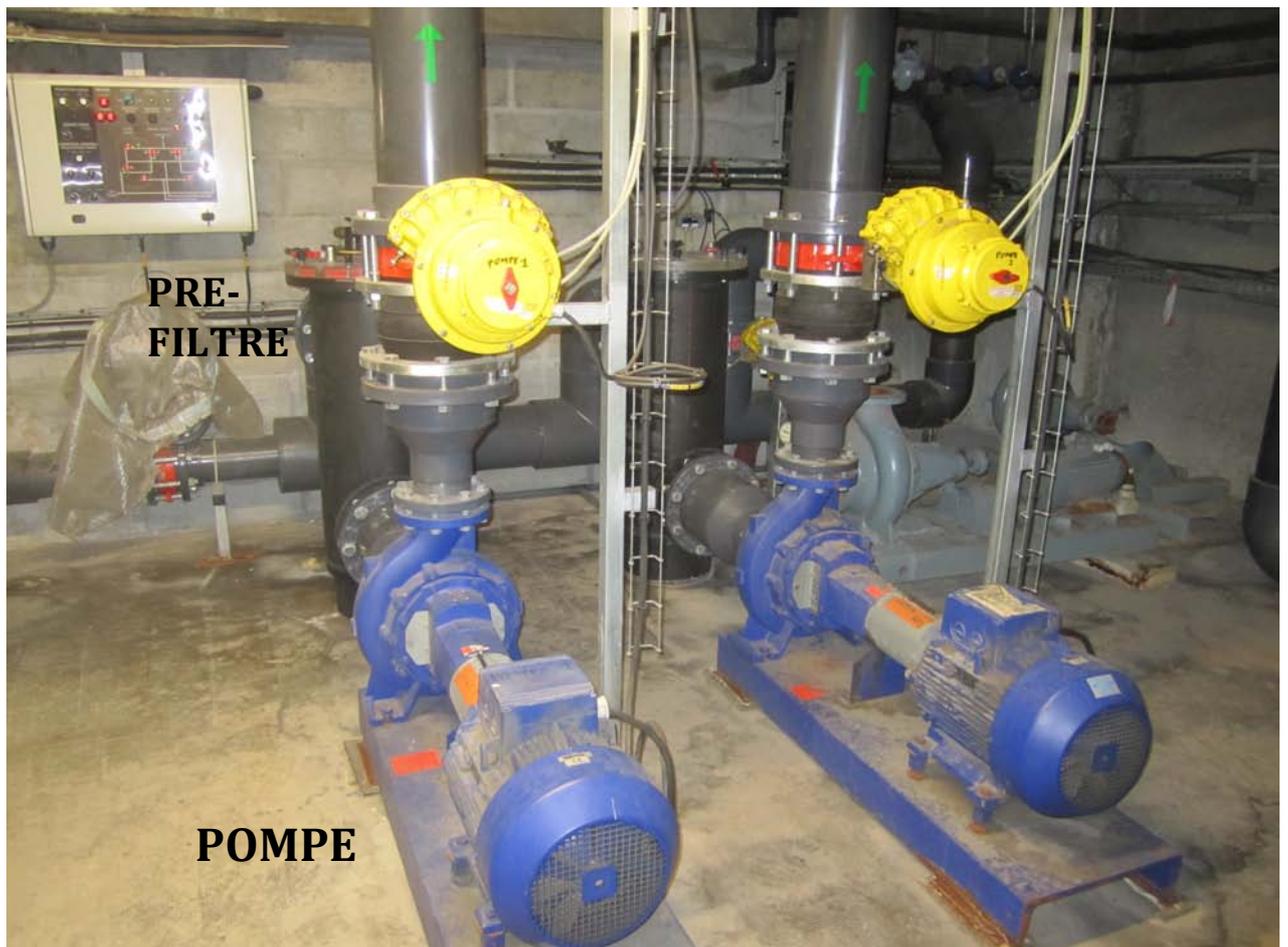


Photo 1 : Pompe qui permet de faire passer l'eau par les pré-filtres.

Les pré-filtres permettent de retirer de l'eau des déchets tels que les cheveux, les pansements, les lunettes ou les pince-nez, les morceaux de plastique provenant notamment des « frites » utilisées par les enfants pour flotter. Les techniciens doivent régulièrement (environ une fois par semaine) ouvrir les filtres et retirer l'ensemble des déchets qui y sont piégés.

Une fois passée cette première étape de pré-filtration, l'eau est acheminée par des tuyaux et toujours à l'aide d'une pompe, vers les filtres à sable. Sur le chemin, du floculant (sulfate d'alumine) est injecté dans l'eau afin d'agglomérer les particules qui seront filtrées. Les filtres contiennent du sable réparti selon la granulométrie des grains de sable, les gros grains de sable se trouvant en haut de la cuve et les grains de sable très fins se trouvant au fond de la cuve. La photo 2 montre une cuve de filtration à sable.



Photo 2.: Cuve de filtration à sable.

Cette étape permet de retirer toutes les petites particules de l'eau. L'eau passe dans le sable par gravité puis est récupérée au fond de la cuve par un tuyau.

Les filtres à sable doivent être lavés environ une fois par semaine. Plusieurs phases sont nécessaires au lavage de ces filtres à sable :

- Une première phase de « détassage » du sable, avec un système d'eau à petit débit passant en contre-sens (du bas vers le haut de la cuve) associée à de l'injection d'air.
- Une seconde phase qui consiste à envoyer de l'eau à grand débit dans le sens inverse de circulation (du bas vers le haut). Cette eau est ensuite jetée à l'égout.
- Une troisième et dernière phase permet de remettre le sable à plat en envoyant de l'eau à grand débit dans le sens de filtration (du haut vers le bas). Cette eau est également jetée à l'égout.

L'ensemble de ces phases constituant le lavage des filtres à sable dure vingt minutes.

Le sable des filtres doit être changé tous les dix ans.

Certains circuits sont dotés de déchloramineurs UV. Par exemple, le bassin d'apprentissage de la piscine Léo Lagrange est doté d'un déchloramineur visible sur la photo 3.



Photo 3 : déchloramineur UV.

Les déchloramineurs UV détruisent une partie des chloramines grâce à des rayonnements UV. Ces appareils sont très coûteux mais permettent une réduction importante du taux de chloramines dans l'eau des bassins.

Une fois cette étape réalisée, ou bien directement après la sortie du filtre à sable si le circuit n'est pas doté de déchloramineur, l'eau filtrée passe dans des tuyaux afin qu'une partie soit rejetée à l'égout. La quantité d'eau partant à l'égout sera compensée par l'apport d'eau neuve provenant du réseau public d'eau potable. L'autre partie de l'eau filtrée sera réinjectée dans les bassins.

Avant de repasser dans les bassins, de l'eau de Javel va être injectée dans l'eau venant d'être filtrée.

L'eau de Javel est utilisée pour apporter le chlore nécessaire à la désinfection de l'eau. L'eau de Javel est livrée en citerne et stockée dans des cuves dans un local spécifique clos. La photo 4 montre la cuve de stockage d'eau de Javel de la piscine Léo Lagrange.



Photo 4 : Cuve de stockage d'eau de Javel.

A titre d'exemple, à la piscine Léo Lagrange, les livraisons d'eau de Javel sont mensuelles et la piscine est dotée de deux cuves de stockage.

L'eau de Javel est ensuite envoyée, via un circuit de tuyaux, dans une autre cuve plus petite à laquelle est reliée une pompe qui injectera la quantité demandée dans l'eau qui vient d'être filtrée et qui va être réintroduite dans les bassins. La photo 5 montre le matériel utilisé pour injecter la quantité voulue dans l'eau filtrée.



Photo 5 : Cuve contenant de l'eau de Javel, à laquelle est fixée une pompe injectant la quantité demandée dans l'eau filtrée.

La quantité d'eau de Javel injectée dans l'eau, après qu'elle soit passée dans le filtre à sable, est déterminée par les techniciens en fonction des paramètres de pH, de température et de chlore mesurés dans l'eau du bassin. Un forage des bassins a été réalisé afin que de l'eau de chaque bassin soit analysée en continu par une machine qui est en capacité d'alerter 24 heures sur 24 les techniciens, en cas d'anomalies des valeurs mesurées. La photo 6 montre cet appareil de mesure. Chaque bassin est relié à un appareil de ce type. Le lieu du forage a été choisi afin que l'eau prélevée par les maîtres nageurs (directement dans le bassin à l'aide d'un récipient) le soit dans la même zone que l'eau analysée pour les techniciens via le forage. Il est recommandé d'analyser de l'eau prélevée à environ 20 centimètres de la surface. En effet la concentration des composés volatils est maximale au dessus de la surface de l'eau et diminue à distance.[8]



Photo 6 : Appareil mesurant en permanence le taux de chlore libre totale, le Ph et la température de l'eau du bassin auquel il est relié.

Grâce aux valeurs du chlore libre totale et du pH, les techniciens peuvent déterminer, à l'aide d'un tableau de correspondances, la valeur du chlore libre actif. Un litre de javel correspond à 150 grammes de chlore.

Le pH est ajusté selon la quantité de gaz carbonique (CO_2) injecté dans l'eau après filtration. Le gaz carbonique remplace désormais l'acide chlorhydrique utilisé autrefois.

Une fois que l'eau a été pré-filtrée puis filtrée, qu'une partie a été jetée à l'égout, que la quantité d'eau de Javel et de gaz carbonique souhaitée a été injectée, elle doit être chauffée avant d'être réinjectée dans la piscine. Le système de chauffage consiste à détourner une partie de l'eau, grâce à une pompe, qui va être chauffée à 90°C . Le tuyau de cette eau chauffée sera en contact avec le tuyau menant le reste de l'eau filtrée au bassin. L'eau réinjectée dans le bassin sera ainsi chauffée. Cette étape est régulée par les techniciens afin de maintenir les températures souhaitées.

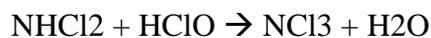
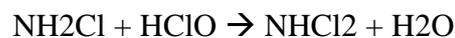
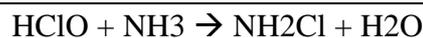
Enfin, l'eau retourne dans le bassin via des bouches de refoulement aussi appelées bouches de reprise, qui se trouvent généralement sur les parois latérales des bassins.

Concernant le circuit de l'air, une extraction est réalisée par des bouches situées au sol et de l'air neuf est réinjecté par des bouches situées au plafond. Cet espacement des zones d'entrées et des zones de sorties évite une réentrée d'air pollué.

3. Généralités sur les chloramines et contexte législatif

a) Les chloramines

Les chloramines sont le produit de réactions chimiques entre les composés chlorés (utilisés comme désinfectants) et les substances azotées (provenant des baigneurs via la sueur, l'urine, la salive, le maquillage) [8].



Le tableau ci-dessus résume les réactions en chaîne qui se produisent au sein des piscines traitées au chlore. Le NH_3 correspond aux matières organiques azotées apportées par les baigneurs. Le HClO correspond à l'acide hypochloreux utilisé comme désinfectant de l'eau. Par réaction chimique il se libère des monochloramines qui se transforment ensuite en dichloramines puis en trichloramines (aussi appelées trichlorure d'azote).

Précisons qu'il existe d'autres dérivés chlorés présents dans l'atmosphère des piscines, il s'agit principalement d'haloformes et d'aldéhydes.

Les trichloramines sont connues pour leur caractère irritant vis-à-vis des muqueuses, provoquant principalement une irritation des voies respiratoires et une irritation oculaire.[9] Ce sont d'ailleurs les chloramines qui sont décrites comme étant à l'origine de l'odeur caractéristique des piscines traitées au chlore.

Le chlore utilisé dans les piscines est sous forme d'eau de Javel de formule NaClO qui formera, par mélange à l'eau, des acides hypochloreux et des ions hydroxydes de sodium (aussi appelé soude caustique) : $\text{NaClO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HClO} + \text{NaOH}$.

C'est l'acide hypochloreux qui a un pouvoir actif désinfectant et qui conserve un pouvoir désinfectant rémanent. On peut donc dissocier le chlore combiné représenté en grande majorité par les chloramines (principalement sous forme trichloramines) et le chlore libre sous forme d'acide hypochloreux (chlore actif) et d'hypochlorite (chlore potentiel). Le tout représente le chlore total.

Une étude menée en 1998 [10] ne met pas en évidence de lien entre symptômes respiratoires chroniques et exposition cumulée en chloramines. En revanche, l'irritation oculaire et respiratoire est fréquente et est proportionnelle à l'exposition mesurée en chloramines.

b) Rappels législatifs

Le décret n°81-324 du 7 avril 1981 modifié par le décret n°91-380 du 20 septembre 1991 traite des normes d'hygiène et de sécurité applicables aux piscines. Il a été abrogé par décret 2003-462 le 27 mai 2003. Ces données s'appliquaient à l'eau des baignades mais aussi aux annexes (vestiaires, pourtour des piscines). Le nouveau texte correspond aux articles D1332-1 à D1332-13 du Code de la Santé Publique.

Ces articles sont retranscrits dans [l'Annexe 1](#).

L'article 5 de l'arrêté du 7 avril 1981 modifié définit une teneur en chloramines de 0,6 mg/L d'eau lors de l'utilisation du chlore comme désinfectant.

Au-delà de cette valeur, le bassin concerné doit être fermé aux usagers le temps nécessaire pour retrouver une valeur égale ou inférieure au seuil autorisé.

En complément de ces textes, il existe des recommandations notamment émises par l'ARS. Par exemple, il existe une recommandation concernant la température de l'eau : 32°C pour les bébés nageurs, 25 à 27°C pour les bassins couverts, 24°C pour les bassins extérieurs, 34° maximum pour les bains bouillonnants. [22]

Par ailleurs l'INRS propose des valeurs limites concernant les chloramines dans l'air:

-Valeur d'exposition de confort = $0,5 \text{ mg/m}^3$.

-Valeur Moyenne d'Exposition VME= $0,5 \text{ mg/m}^3$.

-Valeur Limite d'Exposition maximale VLE= $1,5 \text{ mg/m}^3$.

Pour rappel, la Valeur Limite d'Exposition maximale (VLE) est un seuil mesuré sur une durée maximale de 15 minutes dont le respect permet de prévenir des effets toxiques immédiats ou à court terme. La Valeur Moyenne d'Exposition (VME) est un seuil à ne pas dépasser sur un poste de travail sur une période de huit heures. Le respect de la VME permet de prévenir les effets à long terme pour les travailleurs. La VME peut donc être dépassée sur de courtes périodes, à condition de ne pas dépasser le VLE.

Ces valeurs ont été établies suite à des expériences menées sur les souris. [11] En effet, chez la souris, il est possible de tester le pouvoir irritant d'un produit grâce à la diminution de la fréquence respiratoire qu'un tel produit occasionne. La baisse de la fréquence respiratoire est proportionnelle à la concentration en produit irritant à laquelle la souris est exposée. Ainsi on peut définir une RD50, c'est à dire la concentration à laquelle la fréquence respiratoire diminue de moitié. On établit ensuite le VLE comme étant égale à $0,1\text{RD}50$ et la VME comme égale à $0,03\text{RD}50$. [11]

Par ailleurs, l'INRS a mené une étude sur le personnel de piscines traitées aux chloramines afin de déterminer à quelle concentration les symptômes d'irritation apparaissent. Cette étude montre que les maîtres nageurs se plaignent à partir de $0,5 \text{ mg/m}^3$. Cette valeur correspond à la VME retenue après expérimentation sur les souris. [12]

L'ANSES publie un avis le 25 juin 2014, relatif à la demande d'avis sur un projet d'arrêté modifiant l'arrêté du 7 avril 1981 fixant les dispositions techniques applicables aux piscines, dans lequel il est proposé de retenir un nouveau seuil de chloramines dans l'air : $0,3 \text{ mg/m}^3$. [7]

Depuis 2003, « les travaux exposant aux dérivés aminés des produits chlorés tels que les chloramines dans les piscines » figurent au tableau 66 paragraphe A des maladies professionnelles du Régime Général, c'est à dire le tableau « rhinites et asthmes

professionnels » du livre IV du Code la Sécurité Sociale. Ce tableau 66 est retranscrit dans l'Annexe 2. Un grand nombre des piscines publiques en France dépendent des municipalités. Les maîtres nageurs sont donc nombreux à dépendre de la fonction publique territoriale. Pour eux, la reconnaissance en maladie professionnelle est soumise à la commission de réforme de leur département. Le plus souvent cette commission s'appuie sur les tableaux de maladie professionnelle du Régime Général de la Sécurité Sociale. [13] Au sein de la Ville de Nantes, aucune demande de maladie professionnelle de ce type n'a été réalisée pour un maître nageur. Un article de 2002 rapporte trois cas de maîtres nageurs atteints d'asthme professionnel. [14]

II. Seconde partie : Mesure dans l'air des chloramines dans les piscines de la Ville de Nantes.

1. Introduction

Au sein de la Ville de Nantes, on recense trois piscines publiques couvertes utilisant le chlore comme désinfectant : la piscine Jules Verne, la piscine Léo Lagrange, et la piscine de la Durantière.

La piscine Léo Lagrange se compose d'un bassin d'apprentissage (profondeur maximale à 130 centimètres), et de deux bassins de 50 mètres de long. Le premier bassin de cette piscine a été construit en 1952, il a ensuite été couvert en 1969. Cette piscine se situe en plein cœur du centre ville de Nantes.

La piscine de la Durantière est une piscine caneton, construite en 1975, qui se compose d'un bassin unique de 25 mètres de long.

La piscine Jules Verne a été construite en 1996. Elle se compose d'un bassin sportif de 25 mètres de long, d'un espace loisir composé de trois bassins ludiques, d'une pataugeoire, d'un spa et d'un toboggan de 78 mètres. Elle se situe à l'Est de la ville de Nantes.

Pour ces trois piscines, la Ville de Nantes embauche 34 maîtres nageurs qui sont titulaires. Il arrive que des auxiliaires soient embauchés en contrat à durée déterminée pour remplacer des absences (congés annuels, maladie, congé parental) ou pour renforcer les équipes lors des périodes de forte affluence. Les maîtres nageurs travaillent en collaboration avec les agents d'accueil des piscines mais également avec les techniciens. Pour ce qui concerne le nettoyage, l'entretien des locaux et du bord des piscines est effectué par une entreprise privée qui intervient le matin avant l'ouverture des piscines.

Chaque maître nageur est reçu, environ tous les deux ans, en visite systématique de médecine du travail de la Ville de Nantes. Face à l'inquiétude exprimée par les maîtres nageurs (aussi appelés éducateurs territoriaux des activités physiques et sportives (ETAPS)) vis-à-vis de l'exposition aux chloramines, et en accord avec le service des sports, le service hygiène sécurité ainsi que le service de santé au travail, il a été décidé de procéder à des mesures dans l'air dans les trois piscines de la ville afin d'obtenir des valeurs de concentration en chloramines dans l'air et de les comparer à la VME actuelle de $0,5 \text{ mg/m}^3$.

2. Méthodologie

Les mesures dans l'air ont été réalisées par un laboratoire agréé privé Hygiatech, choisi par le pôle Sport de la Ville de Nantes après comparaison des devis établis par plusieurs laboratoires. Le laboratoire Hygiatech est une entreprise d'expertise et de mesures de la qualité de l'air intérieur, certifiée Cofrac (Comité français d'accréditation).

Les mesures sont effectuées sur une période de huit heures, en différents points des piscines. Il est décidé de placer plusieurs points fixes et un point mobile avec un dispositif porté par l'un des maîtres nageurs sur son poste de travail habituel. Les mesures ont été réalisées sur une période hivernale afin de maximiser le risque de concentrations élevées en chloramines du fait d'une absence d'aération (fenêtres et portes closes). Concernant la piscine Jules Verne, deux journées de mesures sont retenues, un mardi et un samedi, le samedi étant un jour de plus forte affluence. Les

mesures sur huit heures permettent d'obtenir des valeurs de concentration en chloramines dans l'air représentatives d'une journée-type.

Voici les périodes des mesures :

- Piscine Jules Verne : Samedi 29 novembre 2014 de 10h00 à 18h10 et Mardi 02 décembre 2014 de 12h00 à 20h00.
- Piscine Léo Lagrange : Jeudi 04 décembre 2014 de 8h30 à 16h32.
- Piscine de la Durantière : Jeudi 04 décembre 2014 de 9h11 à 17h11.

Les points fixes de mesures ont été décidés de manière conjointe par le technicien d'Hygiatech et les maîtres nageurs en poste au moment de l'installation. Il a été décidé de placer les points à des endroits stratégiques, ainsi à la piscine Jules Verne l'un des points (point 2) est au niveau de la plus forte zone de turbulence, c'est-à-dire au niveau du toboggan du bassin ludique. A la piscine Léo Lagrange, pour chacun des trois bassins un point de mesure a été placé. A la Durantière, le point de mesure est placé au niveau de la zone de surveillance où sont postés les maîtres nageurs.

Les points de mesure à la piscine Jules Verne sont représentés sur l'image 1, ceux de la piscine Léo Lagrange sont représentés en image 2, et celui de la Durantière est représenté en image 3.

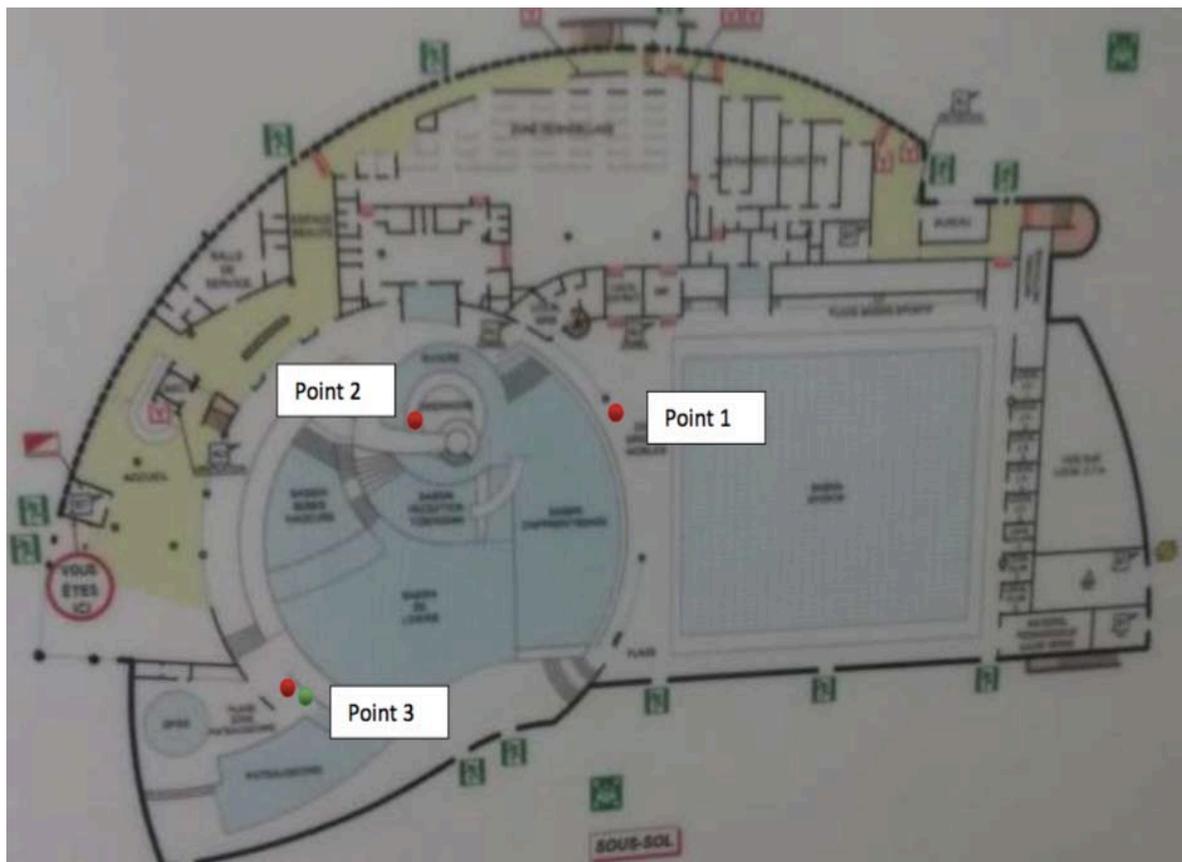


Image 1 : Plan de la piscine Jules Verne, trois points fixes de mesures des chloramines dans l'air.

Le point 1 est positionné entre le bassin ludique et le bassin sportif, le point 2 est situé au niveau du toboggan, le point 3 est situé entre le bassin ludique et la patinoire.

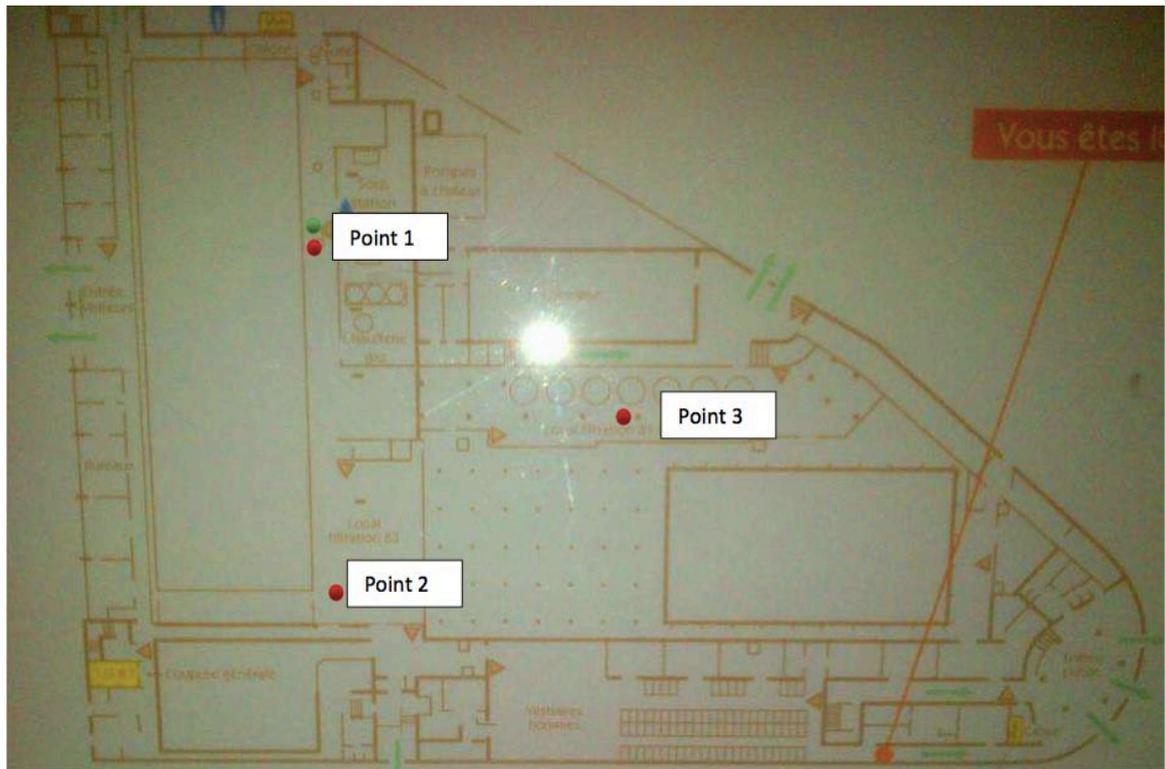


Image 2 : Plan de la piscine Léo Lagrange, trois points fixes de mesures des chloramines dans l'air.

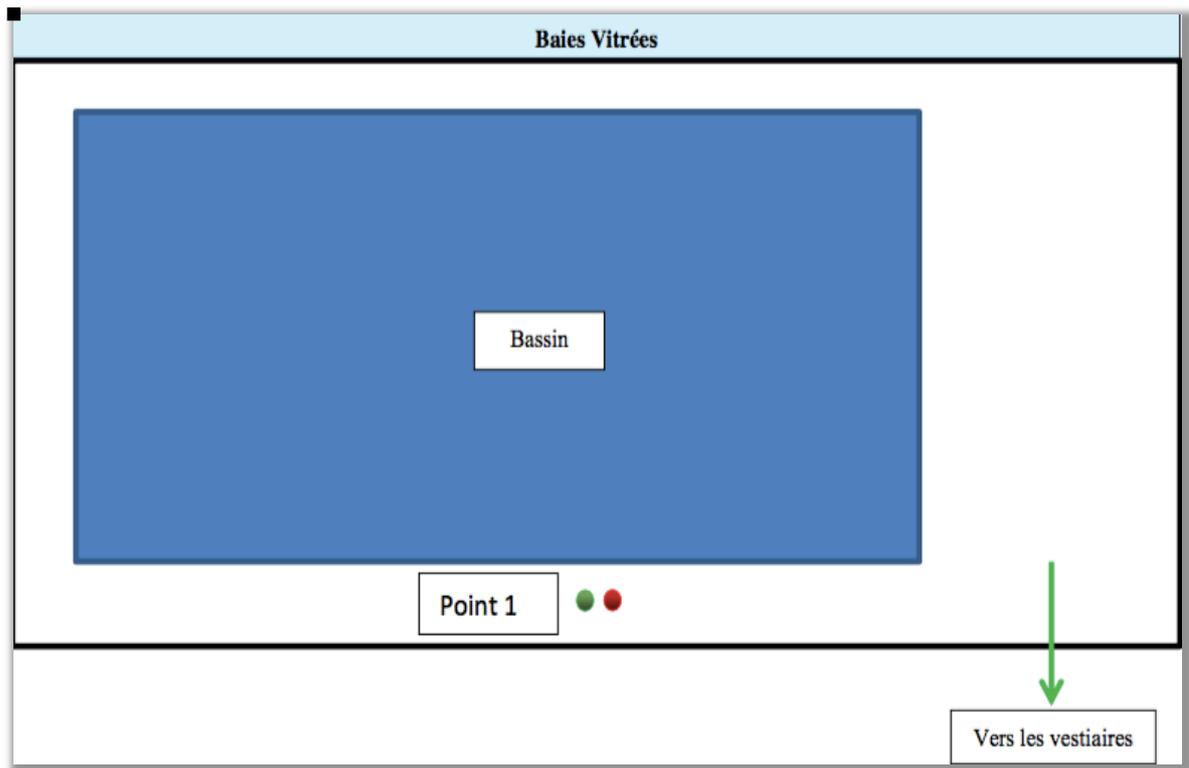


Image 3 : Plan schématique de la piscine de la Durantière : un point fixe de mesure des chloramines dans l'air.

En parallèle de ces points fixes, dans la piscine Jules Verne et le piscine Léo Lagrange, un maître nageur (choisi en accord avec l'ensemble des maîtres nageurs en poste le jour des mesures) se dotait d'un dispositif de mesure portatif. Cet agent avait pour consigne d'organiser ses déplacements au sein de la piscine de manière habituelle, afin que la mesure soit représentative de leur exposition au cours d'une journée de travail. A la piscine de la Durantière il n'y a pas eu de point mobile car le point fixe a été positionné au niveau de la zone où se tient et reste le maître nageur présent au moment des mesures.

L'échantillonneur utilisé est une cassette porte-filtre répondant aux critères de la méthode INRS (Référence : ND 1963-15694), d'un diamètre de 37 mm contenant deux filtres en fibres de quartz imprégnés de carbonate de sodium (Na_2CO_3) et de trioxyde d'arsenic (As_2O_3).

Un témoin permet de s'assurer du bon déroulement des prélèvements et du bon fonctionnement du matériel. Le témoin est simplement ouvert, équipé d'une pompe,

retiré immédiatement, et refermé (exigence COFRAC). Il sert à prouver que le lot de supports utilisé n'est pas souillé avant les prélèvements.

La limite de détection du laboratoire est 0.05 mg/m^3 .

Le matériel de prélèvement est une pompe de prélèvement individuelle Apex Lite, réglée et étalonnée à 1 L / min , avec un tuyau souple de connexion pompe-échantillonneur.

La pompe de prélèvement pour les points fixes, visible sur l'image 4, est posée sur un trépied afin d'être à une hauteur d'environ 150 cm du sol. Cette hauteur se rapproche de la hauteur moyenne des voies respiratoires des maîtres nageurs lorsqu'ils sont assis à leur poste de surveillance.

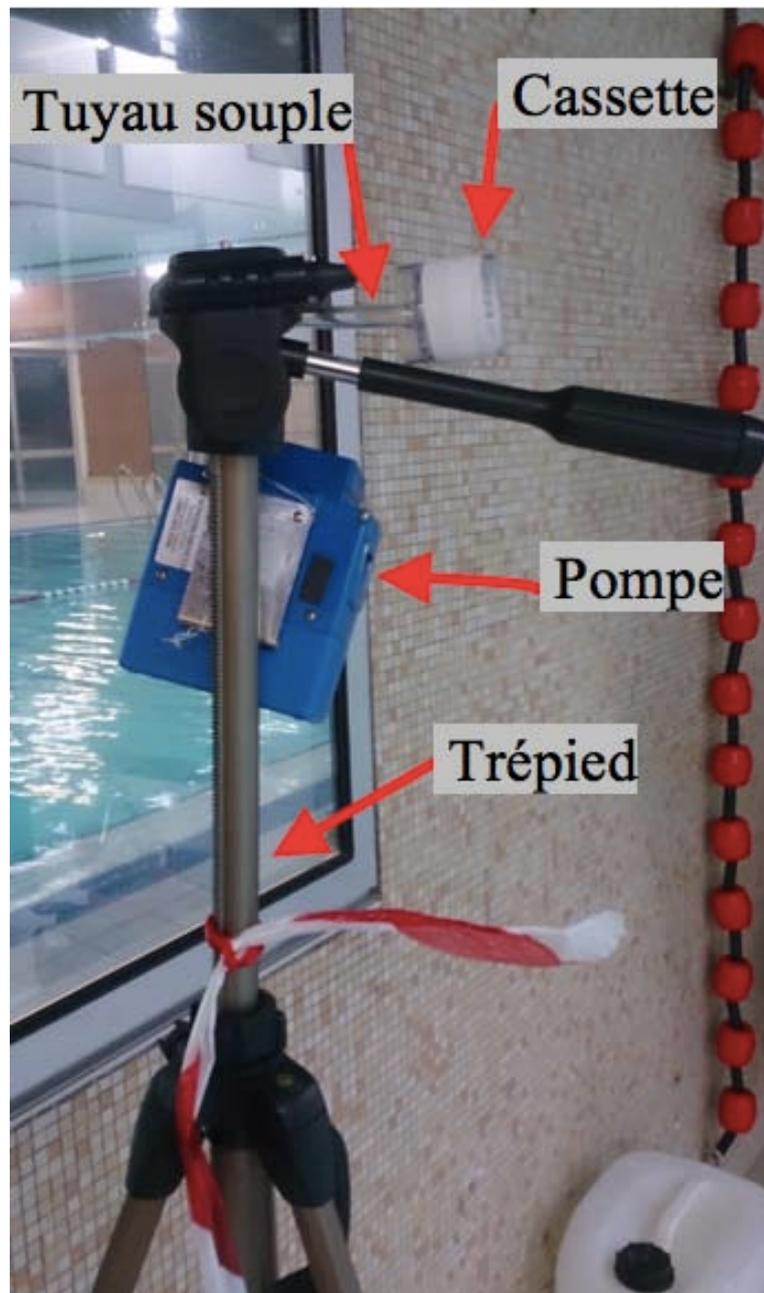


Image 4 : photographie du matériel de prélèvement utilisé

Le temps de prélèvement correspond à la période de présence des maîtres-nageurs, soit entre 6 et 8 h. Cela permet ensuite de calculer des Valeurs Moyennes d'Exposition (VME).

La méthode de prélèvement respecte la fiche MetroPol 007 de l'INRS. ([Annexe 3](#))

Les analyses sont réalisées en sous-traitance, par chromatographie ionique selon la norme NF EN ISO 10304-1 dans un laboratoire accrédité COFRAC (accréditation n°1-

1488). Cette norme ISO de 2007 spécifie une méthode pour le dosage des ions dont l'ion chlorure, par chromatographie des ions en phase liquide.

3. Résultats

a) Piscine Jules Verne

La fréquentation durant les mesures était de 334 personnes le samedi 29 novembre 2014 et de 777 personnes le mardi 02 décembre 2014.

Les débits de prélèvements, temps de prélèvement et volumes prélevés du samedi 29 novembre 2014 sont présentés dans le tableau 1, ceux du mardi 02 décembre 2014 sont représentés dans le tableau 2.

Point de mesure	Débit de prélèvement (l/min)	Temps de prélèvement (mn)	Volume prélèvement (l)
Point fixe 1	1.008	480	484
Point fixe 2	1.008	479	483
Point fixe 3	1.005	480	482
Point mobile	1.003	481	483

Tableau 1 : débit, temps et volumes de prélèvement aux différents points le 29-11-14.

Point de mesure	Débit de prélèvement (l/min)	Temps de prélèvement (mn)	Volume de prélèvement (l)
Point fixe 1	1.021	480	490
Point fixe 2	1.003	480	481
Point fixe 3	1.007	480	483
Point mobile	1.006	480	483

Tableau 2 : débit, temps et volumes de prélèvement aux différents points le 02-12-14.

Les taux de trichloramines mesurés (en mg/m³) sont reportés dans les tableaux 3 et 4.

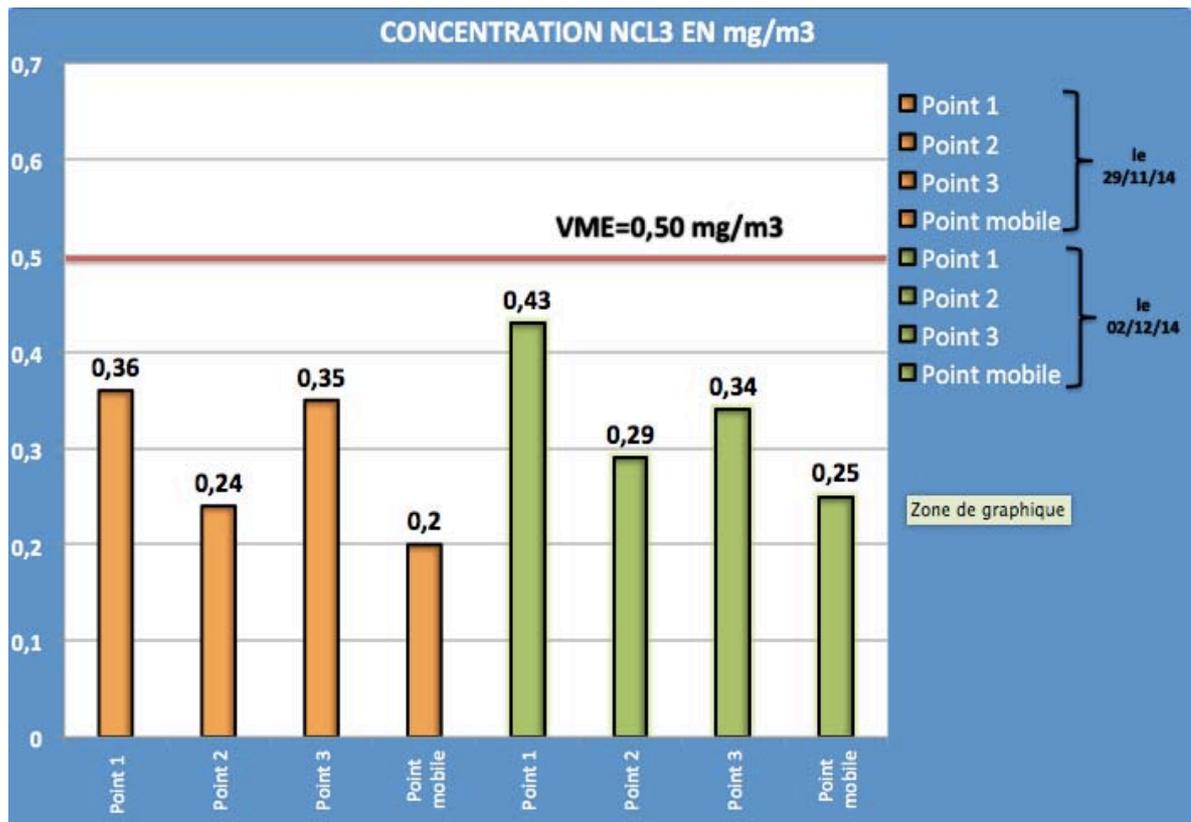
Point de mesure	Concentration en trichloramines (mg/m³)
Point fixe 1	0,36
Point fixe 2	0,24
Point fixe 3	0,35
Point mobile	0,20
Témoin	<0.13

Tableau 3 : Concentrations en trichloramines aux différents points de prélèvement le 29-11-14

Point de mesure	Concentration en trichloramines (mg/m³)
Point fixe 1	0,43
Point fixe 2	0,29
Point fixe 3	0,34
Point mobile	0,25
Témoin	<0.05

Tableau 4 : Concentrations en trichloramines aux différents points de prélèvement le 02-12-14

L'ensemble des résultats obtenus à la piscine Jules Verne sur les deux jours de mesures est représenté dans le graphique 1.



Graphique 1 : Concentrations en trichloramines dans l'air des différents points de mesures.

Aucune valeur mesurée ne dépasse la VME.

b) Piscine Léo Lagrange

La fréquentation durant les mesures était de 651 personnes le jeudi 4 décembre 2014.

Les débits de prélèvements, temps de prélèvement et volumes prélevés du jeudi 4 décembre 2014 sont présentés dans le tableau 5.

Point de mesure	Débit de prélèvement (l/min)	Temps de prélèvement (mn)	Volume de prélèvement (l)
Point fixe 1	1.005	479	481
Point fixe 2	1.004	481	483
Point fixe 3	1.005	479	481
Point mobile	1.002	478	479

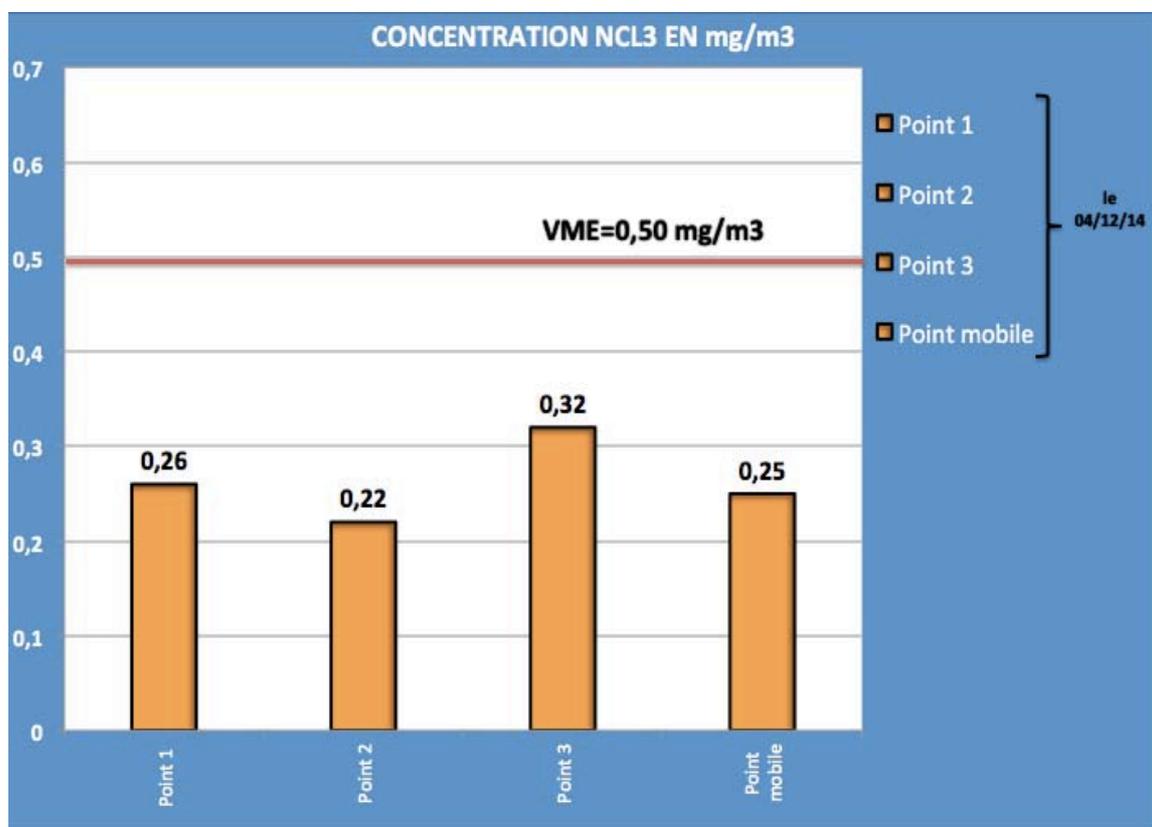
Tableau 5 : débit, temps et volumes de prélèvement aux différents points le 04-12-14.

Les taux de chloramines mesurés (en mg/m³) sont reportés dans le tableau 6.

Point de mesure	Concentration en trichloramines (mg/m³)
Point fixe 1	0,26
Point fixe 2	0,22
Point fixe 3	0,32
Point mobile	0,25
Témoin	<0,05

Tableau 6 : Concentrations en trichloramines aux différents points de prélèvement le 04-12-14.

L'ensemble des résultats obtenus à la piscine Léo Lagrange sur la journée de mesure sont représentés dans le graphique 2.



Graphique 2 : Concentrations en trichloramines dans l'air des différents points de mesures.

Aucune valeur mesurée ne dépasse la VME.

c) **Piscine de la Durantière**

La fréquentation durant les mesures était de 196 personnes le jeudi 04 décembre 2014.

Les débits de prélèvements, temps de prélèvement et volumes prélevés le jeudi 4 décembre 2014 sont représentés dans le tableau 7.

Point de mesure	Débit de prélèvement (l/min)	Temps de prélèvement (mn)	Volume prélèvement (l)
<i>Point fixe 1</i>	1.007	480	483

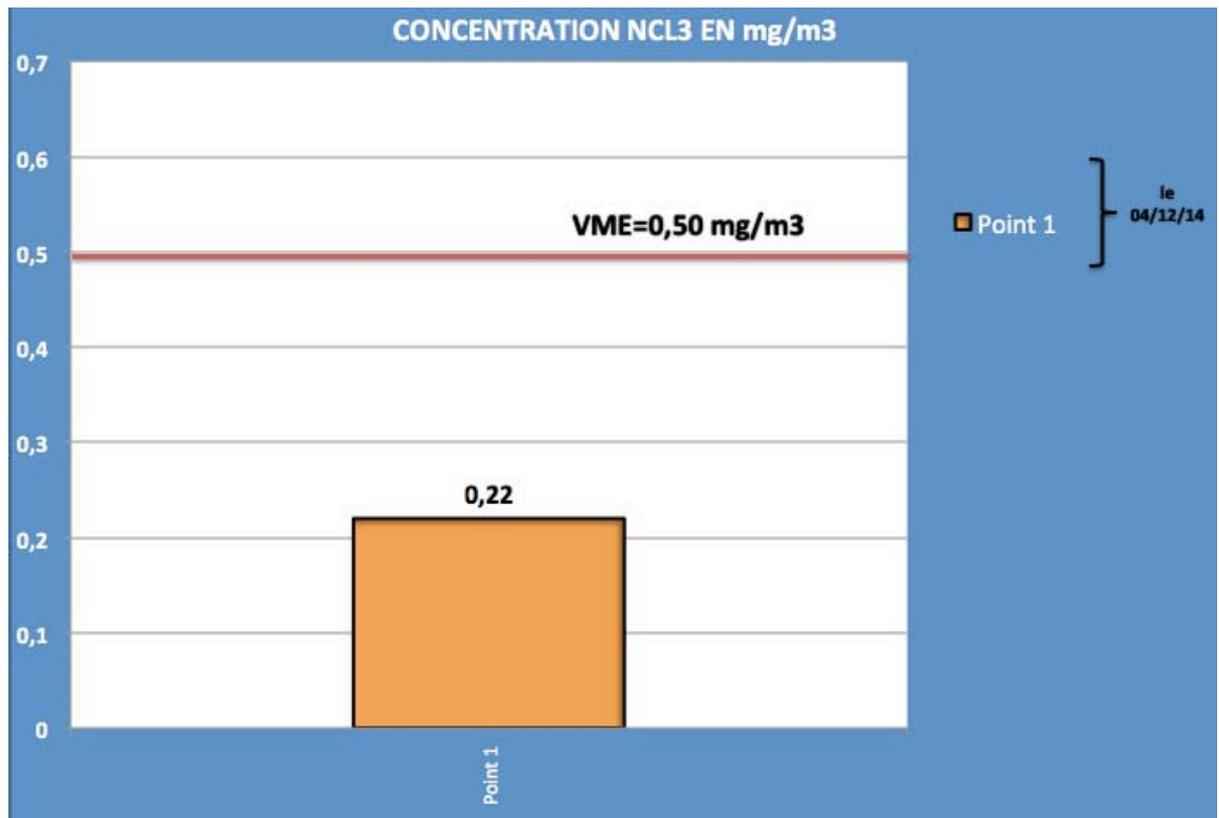
Tableau 7 : débit, temps et volumes de prélèvement au point de mesure fixe le 04-12-14.

Les taux de chloramines mesurés (en mg/m³) sont reportés dans le tableau 8.

Point de mesure	Concentration en trichloramines (mg/m³)
Point fixe 1	0,22

Tableau 8 : Concentrations en trichloramines au point fixe de mesure le 04-12-14.

Les résultats obtenus à la piscine de la Durantière sur la journée de mesure sont représentés dans le graphique 3.



Graphique 3 : Concentration en trichloramines dans l'air au point de mesure.

La valeur obtenue dans cette piscine ne dépasse pas la VME.

4. Discussion

L'ensemble des valeurs obtenues est inférieur à la VME retenue par l'INRS.

On remarque pour la piscine Jules Verne que les valeurs obtenues le second jour des mesures sont légèrement plus élevées que le premier jour des mesures, cela peut s'expliquer par la plus forte fréquentation.

Pour la piscine Jules Verne, plusieurs mesures en différents points fixes retrouvent des valeurs au dessus de la recommandation AFFSET (devenue ANSES) de 0,3 mg/m³. La valeur mesurée la plus élevée est 0,43 mg/m³ au point 1 le second jour des mesures au

sein de la piscine Jules Verne. La mesure des chloramines dans l'air au point 3 de la piscine Léo Lagrange est également au dessus de $0,3 \text{ mg/m}^3$ ($0,32 \text{ mg/m}^3$).

On peut s'étonner que le point fixe numéro deux de la piscine Jules Verne soit celui où l'on obtienne les valeurs les plus basses alors qu'il correspond à la zone du toboggan où le brassage de l'eau est important.

La limite de cette étude reste la fréquentation qui s'est avérée d'importance moyenne au cours des jours de prélèvements, ne permettant pas de connaître les concentrations en trichloramines dans l'air lors de forte affluence.

Une campagne de mesure comparable à celle-ci a été réalisée en hiver 2008 dans 30 piscines couvertes traitées au chlore, des cantons de Fribourg, Neuchâtel et du Jura. [17]

Cette étude a retrouvé un taux en trichloramines dans l'air supérieur à $0,5 \text{ mg/m}^3$ dans seulement une piscine sur les trente (valeur à $0,52 \text{ mg/m}^3$). Au total, quatre piscines présentant des mesures supérieures ou égales à $0,30 \text{ mg/m}^3$ ont été retrouvées (valeur $0,30 \text{ mg/m}^3$, $0,31 \text{ mg/m}^3$, $0,31 \text{ mg/m}^3$ et $0,52 \text{ mg/m}^3$). Le niveau moyen de trichloramines dans les trente installations était de $0,114 \text{ mg/m}^3$. Dans une étude menée de février à mai 2000 [18] en Rhône-Alpes portant sur 28 équipements différents, 262 prélèvements ont été réalisés et 24 valeurs, soit 9,5% des prélèvements, retrouvent un taux de trichloramines dans l'air supérieur à $0,5 \text{ mg/m}^3$. La moyenne des taux mesurés est de $0,225 \text{ mg/m}^3$. Dans notre étude, la valeur moyenne des taux mesurés est de $0,286 \text{ mg/m}^3$. Ces données sont donc concordantes avec celles que nous avons obtenues dans les bassins nantais.

5. Conclusion

Les résultats obtenus dans les trois piscines étudiées sont rassurants puisqu'aucune mesure ne dépasse la VME retenue par l'INRS. Ces bons résultats ne doivent pas pour autant ralentir la mise en œuvre des bonnes pratiques et la recherche de nouvelles solutions pour abaisser ces valeurs aussi basses que raisonnablement possible.

En effet la valeur limite actuelle retenue par l'ANSES est dépassée au niveau de 5 points de mesure sur les 13 réalisés.

III. Troisième partie : Etude de la qualité de vie au travail des ETAPS et de leurs connaissances et inquiétudes au sujet des chloramines.

1. Introduction

Parallèlement aux mesures dans l'air des chloramines, nous avons décidé de mener une étude observationnelle sur la satisfaction au travail des maîtres nageurs et sur leurs connaissances, croyances et ressenti vis-à-vis des chloramines. En effet, le sujet des chloramines prenant une ampleur majeure dans les revendications des ETAPS, il nous semblait primordial de recueillir des données sur la population de travailleurs concernés en complément de la métrologie afin de dresser un état des lieux global de cette problématique.

2. Méthode

Il s'agit d'une étude observationnelle descriptive.

Des entretiens médicaux individuels au sein du service de santé au travail de la Ville de Nantes ont été organisés entre novembre 2014 et janvier 2015. Chaque agent a été convoqué à une visite médicale à la demande du médecin du travail, sur leur temps de travail, en accord avec les chefs de bassin.

Un questionnaire élaboré spécifiquement pour cette étude (Annexe 4) a été remis aux maîtres nageurs en salle d'attente. Le but de ce document était de recueillir des données déclaratives tant sur la satisfaction au travail que sur les antécédents médicaux et les symptômes ressentis sur le lieu de travail. Au cours de l'entretien médical, le

questionnaire était relu afin de s'assurer de son bon remplissage, des informations complémentaires pouvaient être apportées par les salariés. Une auscultation cardio-pulmonaire simple était réalisée. Des questions supplémentaires étaient posées concernant leurs attentes vis à vis de la métrologie réalisée. Deux internes en médecine du travail ont réalisé ces entretiens médicaux, après concertation sur les informations à recueillir.

La majorité de nos résultats seront donnés sous la forme de statistiques descriptives, et de comparaisons de moyennes entre les piscines. En parallèle nous avons réalisé des analyses statistiques inférentielles afin de rechercher d'éventuels liens entre les différentes variables.

Les statistiques inférentielles ont été réalisées en travaillant avec des modèles linéaires généralisés (GLM) dans une approche bayésienne de comparaison de modèles. Le GLM permet de tester l'effet d'une ou plusieurs variables indépendantes (VI) sur une variable dépendante (VD). Il permet de tester aussi bien des variables quantitatives que des variables qualitatives, le logiciel adaptant ses calculs selon le type des variables. Pour chaque test, on construit dans un premier temps un modèle M_0 assimilable à l'hypothèse nulle, que l'on appelle aussi modèle nul ou modèle de moyenne et qui sert ensuite de modèle de comparaison. Pour obtenir M_0 on impose au logiciel une contrainte, à savoir de ne pas estimer la relation entre la/les VI et la VD (« a » fixé à 0 dans le modèle « $y=ax+b$ », ou « y » est la valeur prise par la VD et « x » la valeur prise par la VI). Ainsi le logiciel calcule uniquement l'intercept (« b » dans le modèle « $y=ax+b$ »), assimilable dès lors à la moyenne de la VD. On obtient ainsi un modèle correspondant à la moyenne de la variable que l'on cherche à expliquer (VD). Ensuite, on construit le modèle M_1 , en retirant la contrainte au logiciel afin qu'il estime le paramètre de la relation entre la/les VI et la VD (« a » dans le modèle $y=ax+b$). Ainsi nous avons un premier modèle M_0 qui explique la VD par sa propre moyenne, et un modèle M_1 qui explique la VD par la VI. Nous pouvons maintenant comparer ces deux modèles. Si M_1 s'avère meilleur que M_0 , nous pourrions alors conclure que la VD s'explique mieux par la VI que par sa propre moyenne, et donc que nous pouvons rejeter l'hypothèse nulle. Pour comparer les modèles, nous choisissons le critère de jugement du BIC. Le BIC est un indicateur renseignant sur la qualité d'un modèle. Il tient compte de la déviance, du nombre de variables du modèle (nombre de paramètres à estimer) et du nombre de personnes de l'échantillon. Ainsi plus la déviance est faible, plus le nombre de

paramètre à estimer est bas et plus l'échantillon est grand, plus le BIC est bon. Attention, plus le BIC est bas, meilleur est le modèle. On compare donc le BIC de MO avec le BIC de M1. Si MO est meilleur au BIC, on ne peut rejeter l'hypothèse nulle et on conclut donc à l'absence d'effet de la VI sur la VD. En revanche, si M1 est meilleur que MO, alors on peut conclure qu'il existe un effet de la variable indépendante sur la variable dépendante. L'intérêt principal d'utiliser ce critère de jugement, outre qu'il tient compte de la parcimonie du modèle, est qu'il permet de comparer plus de 2 modèles en même temps, à l'inverse du F de Fisher qui permet uniquement de comparer la variance expliquées de 2 modèles 1 à 1.

Le logiciel précise le pourcentage de la variance expliquée par le modèle, ainsi que la Shapiro Wilk (W) qui indique si la distribution de la variable dépendante suit une loi normale relativement aux modalités des VI. Cette méthode statistique permet de réaliser des analyses multiples en entrant plusieurs variables indépendantes. Lorsque l'on recherche si une variable peut s'expliquer par l'appartenance à l'une des piscines, on ne s'intéresse qu'aux piscines Jules Verne et Léo Lagrange, l'effectif à la Durantière étant très faible.

3. Résultats

Au total 32 ETAPS ont été inclus et ont rempli le questionnaire au cours d'un entretien médical individuel entre novembre 2015 et janvier 2016:

- 16 ETAPS de la piscine Jules Verne
- 12 ETAPS de la piscine Léo Lagrange
- 4 ETAPS de la piscine de la Durantière

Il s'agit de la population totale des ETAPS travaillant comme titulaires dans l'une des trois piscines de notre étude, à l'exception d'un ETAPS qui était en congé parental au cours de la période de notre étude.

a) Caractéristiques de la population incluse

Le tableau 9 résume les caractéristiques de la population étudiée.

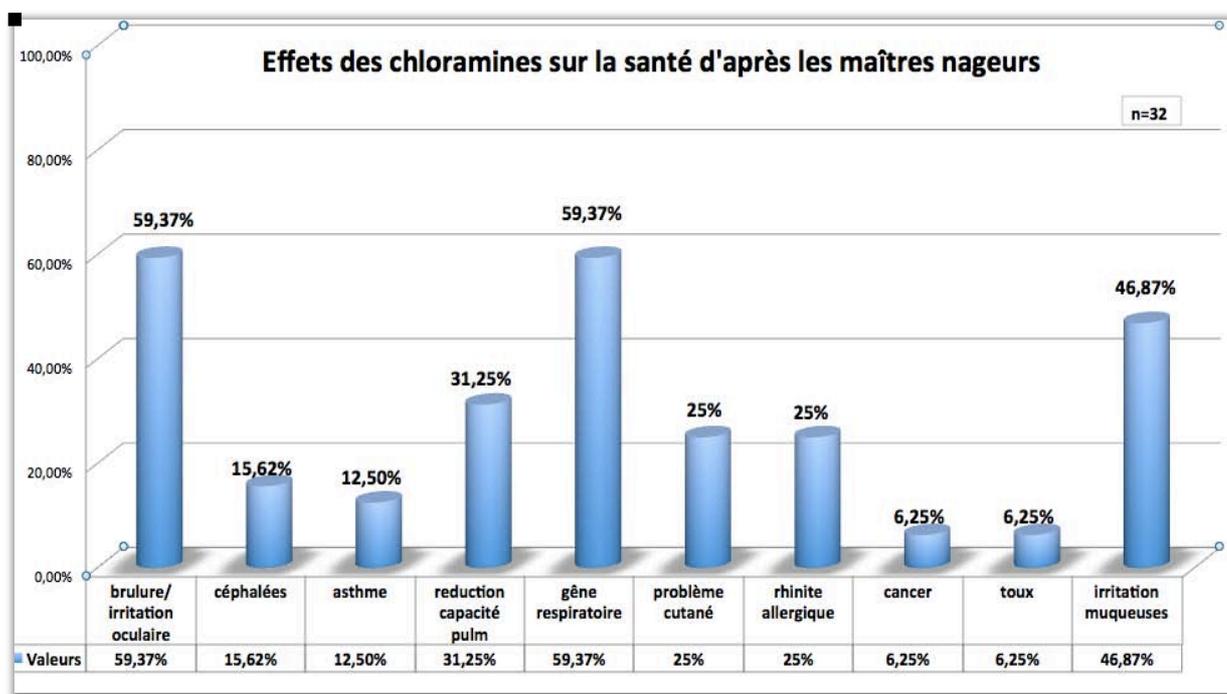
	Jules Verne	L.Lagrange	Durantière	TOTAL
Nombre d'ETAPS	16	12	4	32
Moyenne d'âge (années)	46	41	47	44
Sexe : - Femme	3	2	0	5
- Homme	13	10	4	27
Ancienneté au poste (années)	10,4	11,4	11	10,9
Ancienneté dans ce métier (années)	21,3	17,8	21,8	20
Moyenne d'heures d'animation hebdomadaire	7	5,5	8	7
Asthme	12,5%	0%	25%	9,3%
Allergies (tous allergènes confondus)	50%	25%	75%	43,7%
Pourcentage d'ETAPS qui pratiquent la natation	68,7%	66%	50%	68,75%
Pourcentage d'ETAPS ayant pratiqué la natation en club	63,8%	75%	75%	72%

Tableau 9 : Caractéristiques des ETAPS inclus dans l'étude.

A la piscine Jules Verne, 13 maîtres nageurs sont à temps plein et 3 sont à temps partiel à 80%. Dans la piscine Leo Lagrange, 10 maîtres nageurs sont à temps plein et 2 sont à temps partiel à 80%. A la piscine de la Durantière, l'un des quatre maîtres nageurs est délégué syndical et n'est présent qu'environ 15% de son temps de travail sur son poste de maître nageur.

b) Données sur leurs connaissances et croyances concernant les chloramines

Les données recueillies à propos de ce que savent les maîtres nageurs sur les chloramines et leurs effets sur la santé, concernant l'ensemble des maîtres nageurs, sont résumées dans l'histogramme 1.



Histogramme 1 : Pourcentages des différentes connaissances et croyances vis-à-vis des effets sur la santé possiblement dus aux chloramines.

Les effets les plus souvent cités à la question concernant leurs connaissances et croyances vis-à-vis des effets des chloramines sur la santé sont donc les brûlures ou les irritations oculaires ainsi que la gêne respiratoire et les irritations des muqueuses. Presque un tiers des maîtres nageurs pensent que les chloramines peuvent engendrer une réduction de la capacité pulmonaire. En revanche, seuls 12,5% (soit 4 maîtres nageurs) ont cité l'asthme comme effet potentiel des chloramines.

A noter que deux autres effets ont été cités chacun par un maître nageur: l'euphorie et la réduction de l'espérance de vie.

Le tableau 10 compare ces données entre les trois piscines.

	Jules Verne	Léo Lagrange	Durantière	Total
Brûlure ou irritation oculaire	11 (68,75%)	5 (41,66%)	3 (75%)	19 (59,37%)
Gêne respiratoire	9 (56,25%)	9 (75%)	1 (25%)	19 (59,37%)
Irritation des muqueuses	8 (50%)	6 (50%)	1 (25%)	15 (46,87%)
Réduction de la capacité pulmonaire	5 (31,25%)	5 (41,66%)	0 (0%)	10 (31,25%)
Problème cutané	5 (31,25%)	2 (16,66%)	1 (25%)	8 (25%)
Rhinite allergique	5 (31,25%)	3 (25%)	0 (0%)	8 (25%)
Céphalées	4 (25%)	1 (8,33%)	0 (0%)	5 (15,62%)
Asthme	3 (18,75%)	1 (8,33%)	0 (0%)	4 (12,50%)
Cancer	1 (6,25%)	1 (8,33%)	0 (0%)	2 (6,25%)
Toux	1 (6,25%)	1 (8,33%)	0 (0%)	2 (6,25%)
Euphorie	1 (6,25%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (3,13%)
Réduction espérance de vie	0 (0%)	1 (8,33%)	0 (0%)	1 (3,13%)

Tableau 10 : Connaissances des maîtres nageurs concernant les effets sur la santé des chloramines, nombre et pourcentage ayant cité chaque effet, par piscine et en globalité.

c) Origines de leurs connaissances et croyances sur les chloramines

Dans le questionnaire, l'une des questions ouvertes portait sur l'origine de leurs connaissances concernant les chloramines et leurs effets sur la santé. Les maîtres nageurs interrogés sont 56,25% à avoir répondu que leurs connaissances proviennent de leur expérience personnelle. Les livres, revues scientifiques et les formations théoriques reçues sont cités par 31,25% des maîtres nageurs. La troisième source d'informations citée est internet (21,87% des maîtres nageurs), devant les syndicats (15,62%), à égalité avec les collègues (15,62%). Ont également été cités le CHSCT (par 9,37% des maîtres nageurs) et la direction (par un maître nageur, soit 3,13%).

Les maîtres nageurs de la piscine de la Durantière n'ont cité que leur expérience personnelle comme origine à leurs connaissances, et l'un d'entre eux n'a pas répondu à la question. Entre les deux autres piscines, l'expérience personnelle est citée par 62,50% d'entre eux à Jules Verne contre 41,66% à Léo Lagrange. Le vecteur de connaissance internet est cité par 31,25% des maîtres nageurs de la piscine Jules Verne contre 16,66% de ceux de la piscine Léo Lagrange. Seuls les maîtres nageurs travaillant à la piscine Jules Verne ont cité le CHSCT et la direction. Les autres sources citées le sont en proportions comparables entre les deux piscines.

d) Auto-évaluation de la satisfaction au travail

Par le biais du questionnaire, les maîtres nageurs ont été interrogés sur leur satisfaction au travail, à l'aide d'une échelle allant de 0 (pas du tout satisfait) à 10 (très satisfait).

Les résultats sont présentés dans le tableau 11.

Piscine	Jules Verne	Léo Lagrange	Durantière	Total
Moyenne satisfaction	6,2/10	7,4/10	6,5/10	6,7/10

Tableau 11 : Moyenne de la satisfaction notée entre 0 et 10 dans chacune des trois piscines et en globalité.

Dans le questionnaire rempli par les maîtres nageurs, après avoir noté leur satisfaction au travail de 0 à 10, deux questions ouvertes leur permettaient de lister les facteurs de satisfaction ainsi que les facteurs d'insatisfaction.

Le tableau 12 résume les facteurs de satisfaction cités ainsi que le pourcentage de maîtres nageurs les ayant cités.

	Jules Verne	Léo Lagrange	Durantière	Total
Enseignement	56,25%	50%	100%	59,38%
Relation avec le public	37,50%	58,33%	75%	50%
Ambiance entre collègues	31,25%	58,33%	25%	40,63%
Planning et horaires	25%	33,33%	25%	28,13%
Avantages divers	25%	0%	25%	12,50%
Servir un intérêt public	18,75%	0%	0%	9,38%
Sécurité de l'emploi	18,75%	0%	0%	9,38%

Tableau 12 : Facteurs de satisfaction et pourcentages par piscine et en globalité des maîtres nageurs les ayant cités.

Les avantages divers cités correspondent aux tickets restaurants, au treizième mois, ainsi qu'aux dotations vestimentaires. Ces avantages sont les mêmes pour tous les maîtres nageurs titulaires employés par la Ville de Nantes.

Le tableau 13 résume les facteurs d'insatisfaction.

	Jules Verne	Léo Lagrange	Durantière	Total
Surveillance>enseignement	75%	25%	25%	50%
Répétitivité des tâches	62,50%	8,33%	25%	37,50%
Incivilités et agressions	50%	8,33%	0%	28,12%
Risques pour la santé	12,50%	50%	0%	25%
Travail le week-end	31,25%	16,66%	0%	21,19%
Horaires décalés	25%	16,66%	0%	18,75%
Absence d'évolution de carrière	6,25%	25%	25%	15,62%
Manque de reconnaissance	6,25%	16,66%	50%	15,62%
Réputation dégradée	12,50%	8,33%	25%	12,50%
Management insatisfaisant	12,50%	8,33%	25%	12,50%

Tableau 13 : Facteurs d'insatisfaction et pourcentage des maîtres nageurs les ayant cités, par piscine et en globalité.

L'item « surveillance>enseignement » correspond au temps de travail qui est beaucoup plus important sur des postes de surveillance que sur des postes d'enseignement. L'item « horaires décalés » fait référence aux horaires d'ouverture des piscines qui obligent les maîtres nageurs à travailler en soirée.

On constate que la moyenne de cotation de la satisfaction est plus élevée dans la piscine Léo Lagrange que dans la piscine Jules Verne. On cherche donc à savoir si cette différence est significative. Les analyses statistiques recherchant un lien entre piscine et satisfaction au travail sont présentées dans le tableau 14.

Satisfaction au travail/Piscine	
MO	BIC= 125,37
M1	BIC= 126,02

Tableau 14 : Calcul de BIC en analysant l'appartenance à l'une des piscines comme variable indépendante et la satisfaction au travail comme variable dépendante.

Le BIC le plus bas étant celui de MO, on ne peut pas conclure que l'appartenance à l'une des deux piscines (Jules Verne ou Leo Lagrange) permette de prédire la cotation de la satisfaction au travail. Il n'y a pas de différence significative de satisfaction entre ces deux piscines.

e) Auto-évaluation de la pénibilité

Dans le questionnaire, les maîtres nageurs devaient coter la pénibilité à l'aide d'une échelle de 0 (pas pénible) à 10 (très pénible), sans que ne soit donnée de définition du mot « pénibilité ». Ensuite, il leur était demandé en question ouverte de citer les facteurs de pénibilité.

Les résultats sont présentés en tableaux 15 et 16.

	Jules Verne	Léo Lagrange	Durantière	Total
Pénibilité	4,8/10	5,25/10	5,75/10	5,1/10

Tableau 15 : Moyenne par piscine et en globalité de la cotation de 0 à 10 de la pénibilité.

	Jules Verne	Léo Lagrange	Durantière	Total
Bruit	75%	75%	75%	75%
Incivilités	62,50%	25%	25%	43,75%
Odeurs de chlore	31,25%	0%	0%	37,50%
Chaleur	25%	0%	0%	28,13%
Travail soirs et week-end	31,25%	25%	25%	25%
Passivité, posture assise	31,25%	0%	0%	25%
Humidité	12,50%	25%	25%	21,89%
Vigilance permanente	25%	50%	50%	18,75%
Froid	0%	50%	50%	6,25%
Horaires non fixes	6,25%	0%	0%	6,25%
Inutilité mesures dans l'eau	6,25%	0%	0%	3,13%

Tableau 16 : Facteurs de pénibilité et pourcentages de maîtres nageurs les ayant cités, par piscine et en globalité.

On remarque que la cotation de la pénibilité est plus élevée dans la piscine Léo Lagrange. On cherche à savoir si cette différence est significative. Les analyses statistiques recherchant un lien entre piscine et cotation de la pénibilité sont présentées dans le tableau 17.

Pénibilité/Piscine	
MO	BIC= 127,79
M1	BIC= 130,82

Tableau 17 : Calcul de BIC en analysant l'appartenance à l'une des piscines comme variable indépendante et pénibilité comme variable dépendante.

Le BIC le plus bas est celui de MO donc on ne peut pas conclure que l'appartenance à l'une des deux piscines permet de prédire l'auto-évaluation de la pénibilité. Il n'y a pas de différence significative de cotation de la pénibilité entre ces deux piscines (Léo Lagrange et Jules Verne).

f) Envie de changer de métier

Dans le questionnaire soumis aux maîtres nageurs, ces derniers devaient coter leur envie de changer de métier, de 0 (pas envie) à 10 (très envie). A la suite de cette cotation il leur était demandé les raisons pouvant leur donner envie de changer de métier ainsi que les raisons ne leur donnant pas envie d'en changer. Les résultats sont présentés en tableaux 18,19 et 20.

	Jules Verne	Léo Lagrange	Durantière	Total
Envie de changer de métier	5,7/10	5,9/10	3/10	5,4/10

Tableau 18 : Moyenne par piscine et en globalité de la cotation de 0 à 10 de l'envie de changer de métier.

Les maîtres nageurs travaillant à la piscine Jules Verne sont cinq sur seize à avoir coté leur envie de changer à 10/10. Ceux travaillant à la piscine Léo Lagrange sont quatre sur douze à avoir coté leur envie de changer de métier à 10/10. Aucun des maîtres nageurs de la piscine de la Durantière n'a coté à 10/10 son envie de changer.

	Jules Verne	Léo Lagrange	Durantière	Total
Lassitude, répétitivité	56,25%	50%	75%	56,25%
Amplitudes horaires	18,75%	16,66%	25%	18,75%
Santé	6,25%	25%	25%	15,63%
Insécurité	18,75%	0%	0%	9,38%
Revenus	6,25%	0%	0%	3,13%

Tableau 19 : Facteurs donnant envie de changer de métier et pourcentage de maitres nageurs les ayant cités, par piscine et en globalité.

	Jules Verne	Léo Lagrange	Durantière	Total
Enseignement	62,50%	91,66%	100%	78,13%
Relation au public	56,25%	83,33%	75%	68,75%
Ambiance entre collègues	50%	41,67%	0%	40,63%
Coopération avec les enseignants	31,25%	8,33%	25%	21,88%
Autonomie	12,50%	16,66%	25%	15,63%
Entretien physique	18,75%	16,67%	0%	15,63%
Planning et horaires	6,25%	25%	0%	12,50%
Projets avec les milieux défavorisés	6,25%	0%	50%	9,38%

Tableau 20 : Facteurs ne donnant pas envie de changer de métier et pourcentages de maîtres nageurs les ayant cités, par piscine et en globalité.

La coopération avec les enseignants fait référence au travail conjoint avec les professeurs des écoles des groupes scolaires, mais aussi avec les enseignants extérieurs intervenant pour les associations ainsi que les enseignants de la fonction publique territoriale de quartiers qui peuvent intervenir en piscine avec des groupes d'enfants.

Le fait de mettre en place des projets avec les milieux défavorisés est cité comme facteur positif ne donnant pas envie de changer de métier. Par exemple, lors des vacances scolaires, il est proposé des stages de natation gratuits pour les enfants issus de familles défavorisées.

On note que la cotation de l'envie de changer de métier est plus élevée dans la piscine Léo Lagrange. On cherche à savoir si cette différence est significative. Les analyses statistiques recherchant un lien entre piscine et envie de changer de métier sont présentées dans le tableau 21.

Envie de changer de métier/Piscine	
MO	BIC= 155,76
M1	BIC= 159,06

Tableau 21 : Calcul de BIC en analysant l'appartenance à l'une des piscines comme variable indépendante et envie de changer de métier comme variable dépendante.

Le BIC de MO étant plus bas que le BIC de M1, on ne peut pas conclure que l'appartenance à l'une des deux piscines permet de prédire l'envie de changer de métier. Il n'y a pas de différence significative de cotation de l'envie de changer de métier entre ces deux piscines (Léo Lagrange et Jules Verne).

g) Ambiance entre collègues

Dans le questionnaire il était demandé aux maîtres nageurs de coter l'ambiance entre collègues de 0 (très mauvaise) à 10 (très bonne). Ensuite, il était demandé de préciser les facteurs de bonne ambiance ainsi que ceux de mauvaise ambiance. Les résultats sont présentés en tableaux 22,23 et 24.

	Jules Verne	Léo Lagrange	Durantière	Total
Ambiance entre collègues	6,5/10	9,1/10	5/10	7,3/10

Tableau 22 : Moyenne par piscine et en globalité de la cotation de 0 à 10 de l'ambiance entre collègues.

	Jules Verne	Léo Lagrange	Durantière	Total
Travail en équipe	87,50%	75%	25%	75%
Solidarité, entraide	43,75%	50%	0%	40,63%
Projets et méthodes pédagogiques	31,25%	33,33%	50%	34,38%
Passion commune du sport	6,25%	8,33%	50%	12,50%

Tableau 23 : Facteurs de bonne ambiance entre collègues et pourcentages de maîtres nageurs les ayant cités, par piscine et en globalité.

	Jules Verne	Léo Lagrange	Durantière	Total
Incompatibilités interrelationnelles	37,50%	25%	0%	28,13%
Divergences sur le respect des règles	25%	8,33%	25%	18,75%
Temps de surveillance > enseignement	25%	0%	25%	15,63%
Problème de management de la hiérarchie	25%	8,33%	0%	15,63%

Tableau 24.: Facteurs de mauvaise ambiance entre collègues et pourcentages de maîtres nageurs les ayant cités, par piscine et en globalité.

On constate que la cotation de l'ambiance entre collègues est plus élevée dans la piscine Léo Lagrange. On cherche à savoir si cette différence est significative. Les analyses statistiques recherchant un lien entre piscine et ambiance entre collègues sont présentées dans le tableau 25.

Ambiance entre collègues/Piscine	
MO	BIC= 134,34
M1	BIC= 128,00

Tableau 25.: Calcul de BIC en analysant l'appartenance à l'une des piscines comme variable indépendante et ambiance entre collègues comme variable dépendante.

Le BIC de M1 étant plus bas que celui de MO, on peut conclure qu'il existe un lien entre l'appartenance à l'une des deux piscines (Jules Verne et Léo Lagrange) et la cotation de l'ambiance entre collègues. La variable indépendante permet d'expliquer 29,2% de la déviance. Il y a donc une différence significative de cotation de l'ambiance entre collègues entre ces deux piscines.

h) Relation avec la hiérarchie

Dans le questionnaire, il était demandé aux maîtres nageurs de coter leur relation avec la hiérarchie entre 0 (très mauvaise) et 10 (très bonne).

Il était ensuite demandé aux maîtres nageurs, en question ouverte, de citer les facteurs de bonne relation avec la hiérarchie ainsi que les facteurs de mauvaise relation avec la hiérarchie.

L'un des maîtres nageurs travaillant à la piscine Léo Lagrange a refusé de répondre à cette question. Le nombre total de répondants pour cette question est donc de 31 maîtres nageurs, dont 11 travaillent à Léo Lagrange.

Les données sont présentées en tableaux 26, 27 et 28.

	Jules Verne	Léo Lagrange	Durantière	Total
Relation avec la hiérarchie	5,7/10	6,4/10	6,25/10	6/10

Tableau 26 : Moyenne par piscine et en globalité de la cotation de 0 à 10 de la relation avec la hiérarchie.

	Jules Verne	Léo Lagrange	Durantière	Total
Ecoute	37,50%	72,73%	100%	58,06%
Confiance, respect	31,25%	18,18%	25%	25,80%
Arrangement pour les plannings	31,25%	0%	50%	22,58%
Présence chef de bassin	6,25%	27,27%	25%	16,13%
Autonomie pour la pédagogie	18,75%	0%	25%	12,50%

Tableau 27 : Facteurs de bonne relation avec la hiérarchie et pourcentage de maître nageurs les ayant cités, par piscine et en globalité.

	Jules Verne	Léo Lagrange	Durantière	Total
Manque de communication	56,25%	27,27%	0%	38,71%
Manque de transparence	37,50%	36,36%	50%	38,71%
Absence des chefs de bassin	31,25%	9,09%	50%	25,81%
Absence des chefs soirs et week-ends	31,25%	0%	25%	19,35%
Non respect seuil chloramines	25%	18,18%	0%	19,35%
Manque de reconnaissance	12,50%	9,09%	50%	16,13%
Iniquité	6,25%	27,27%	0%	12,90%
Manque de sanction	12,50%	0%	0%	6,45%

Tableau 28 : Facteurs de mauvaise relation avec la hiérarchie et pourcentages de maîtres nageurs les ayant cités, par piscine et en globalité.

On note que la cotation de la relation avec la hiérarchie est plus élevée dans la piscine Léo Lagrange que dans la piscine Jules Verne. On cherche à savoir si cette différence est significative. Les analyses statistiques recherchant un lien entre piscine et relation avec la hiérarchie sont présentées dans le tableau 29.

Relation avec la hiérarchie/Piscine	
MO	BIC= 137,41
M1	BIC= 140,30

Tableau 29 : Calcul de BIC en analysant l'appartenance à l'une des piscines comme variable indépendante et relation avec la hiérarchie comme variable dépendante.

Le BIC de MO étant plus bas que celui de M1, on ne peut pas conclure que l'appartenance à l'une des deux piscines permet de prédire la relation avec la hiérarchie.

Il n'y a pas de différence significative de cotation de la relation avec la hiérarchie entre les deux piscines (Léo Lagrange et Jules Verne).

i) Inquiétude vis à vis des chloramines

Dans le questionnaire, les maîtres nageurs devaient coter leur inquiétude entre 0 (pas inquiet) et 10 (très inquiet). Il était ensuite demandé en question ouverte quelles étaient leurs principales inquiétudes. Les résultats sont présentés dans les tableaux 30 et 31.

	Jules Verne	Léo Lagrange	Durantière	Total
Inquiétude	6,9/10	8,8/10	4,8/10	7,3/10

Tableau 30: Moyenne par piscine et en globalité de la cotation de 0 à 10 de l'inquiétude vis à vis des chloramines.

	Jules Verne	Léo Lagrange	Durantière	Total
Pathologie pulmonaire	68,75%	83,33%	50%	71,88%
Manque d'informations objectives	43,75%	41,67%	25%	40,63%
Lois non respectées	18,75%	25%	0%	18,75%
Symptômes quotidiens	12,50%	33,33%	0%	18,75%
Risques des déchloramineurs	18,75%	8,33%	0%	12,50%
Cancer	12,50%	8,33%	25%	12,50%

Tableau 31: Diverses inquiétudes en rapport avec les chloramines et pourcentage des maîtres nageurs les ayant citées, par piscine et en globalité.

L'inquiétude vis à vis des lois non respectées fait référence au seuil de détection des chloramines dans l'eau qui, par le passé, a parfois été toléré jusqu'à 0,7 mg/litre pour une norme légale fixée à 0,6 mg/litre.

On note que la cotation de l'inquiétude vis-à-vis des chloramines est plus élevée dans la piscine Léo Lagrange que dans la piscine Jules Verne. On cherche à savoir si cette différence est significative. Les analyses statistiques recherchant un lien entre piscine et inquiétude vis à vis des chloramines sont présentées dans le tableau 32.

Inquiétude vis à vis des chloramines/Piscine	
MO	BIC= 131,67
M1	BIC= 130,130

Tableau 32: Calcul de BIC en analysant l'appartenance à l'une des piscines comme variable indépendante et l'inquiétude vis-à-vis des chloramines comme variable dépendante.

Le BIC de M1 étant plus bas que le BIC de M0, on peut conclure qu'il existe un lien entre l'appartenance à l'une des deux piscines (Jules Verne et Léo Lagrange) et l'inquiétude vis à vis des chloramines. La variable « piscine » explique 15,4% de la déviance. Il y a donc une différence significative de cotation de l'inquiétude vis-à-vis des chloramines entre ces deux piscines.

j) Suspicion vis-à-vis de la campagne de mesures des chloramines dans l'air

Au cours des entretiens médicaux individuels, il était demandé en fin d'entretien aux agents ce qu'ils attendaient de la campagne de mesures des chloramines. Plusieurs maîtres nageurs ont exprimé leur doute quant au bon déroulement de ces mesures. En effet certains pensaient que les techniciens et/ou la Direction mettraient en œuvre des actions permettant de s'assurer d'obtenir de bons résultats, notamment en majorant le recyclage de l'eau et de l'air juste avant les mesures.

Ainsi, sur les 32 maîtres nageurs, 12 ont exprimé leur suspicion vis-à-vis des mesures (soit 37,50%). Les maîtres nageurs de la piscine Jules Verne étaient 6 à se dire suspicieux, soit 37,50% d'entre eux ; ceux de la piscine Léo Lagrange étaient 6 à se dire suspicieux soit 50% d'entre eux. Aucun maître nageur de la piscine de la Durantière n'a exprimé de suspicion vis-à-vis des mesures effectuées dans l'air.

On remarque qu'il y a davantage de maîtres nageurs se disant suspicieux vis-à-vis des chloramines dans la piscine Léo Lagrange que dans la piscine Jules Verne. On cherche à savoir si cette différence est significative. Les analyses statistiques recherchant un lien entre piscine et suspicion vis à vis des mesures dans l'air des chloramines sont présentées dans le tableau 33.

Suspicion vis à vis des mesures dans l'air des chloramines/Piscine	
MO	BIC= 46,731
M1	BIC= 49,623

Tableau 33: Calcul de BIC en analysant l'appartenance à l'une des piscines comme variable indépendante et suspicion vis-à-vis des mesures des chloramines dans l'air comme variable dépendante.

Le BIC de MO étant plus bas que le BIC de M1, on ne peut pas conclure que l'appartenance à l'une des deux piscines permet de prédire la suspicion vis-à-vis des mesures dans l'air des chloramines. Il n'y a pas de différence significative entre les deux piscines (Léo Lagrange et Jules Verne) concernant la suspicion des maîtres nageurs vis-à-vis de la campagne de mesures des chloramines dans l'air.

k) Symptômes ressentis

A la fin du questionnaire il était demandé aux maîtres nageurs de cocher, parmi une liste de symptômes, ceux qu'ils ressentaient sur leur lieu de travail. Pour les symptômes ressentis il était alors demandé à quelle fréquence ils étaient présents.

Les résultats sont présentés dans le tableau 34.

	Jules Verne	Léo Lagrange	Durantière	Total
Gêne oculaire	93,75%	91,67%	50%	87,50%
- tous les jours	26,6%	27,3%	0%	25,0%
- 1 à 2 fois par semaine	46,7%	54,5%	0%	46,4%
- 1 à 3 fois par mois	26,7%	18,2%	100%	28,6%
Larmoiement	50%	50%	25%	46,88%
- tous les jours	25,0%	16,7%	0%	20%
- 1 à 2 fois par semaine	50,0%	33,3%	0%	40%
- 1 à 3 fois par mois	25,0%	50,0%	100%	40%
Gêne respiratoire	37,5%	66,7%	25%	46,9%
- tous les jours	16,7%	12,50%	0%	13,3%
- 1 à 2 fois par semaine	33,3%	50,0%	0%	40,0%
- 1 à 3 fois par mois	50%	37,5%	100%	46,7%
Toux	31,3%	25,0%	0%	25,0%
- tous les jours	0%	0%	-	0%
- 1 à 2 fois par semaine	20%	100%	-	50%
- 1 à 3 fois par mois	80%	0%	-	50%
Sensation de malaise	12,5%	16,7%	0%	12,5%
- tous les jours	0%	0%	-	0%
- 1 à 2 fois par semaine	0%	50%	-	25%
- 1 à 3 fois par mois	100%	50%	-	75%
Rhinite	43,8%	41,7%	0%	37,5%
- tous les jours	14,3%	60,0%	-	33,3%
- 1 à 2 fois par semaine	57,1%	20,0%	-	41,7%
- 1 à 3 fois par mois	28,6%	20,0%	-	25,0%
Céphalées	37,5%	83,3%	25%	53,1%
- tous les jours	16,7%	10,0%	0%	11,8%
- 1 à 2 fois par semaine	16,7%	60,0%	0%	41,2%
- 1 à 3 fois par mois	66,6%	30,0%	100%	47,0%

Tableau 34: Pourcentage de maîtres nageurs ayant déclaré ressentir les symptômes cités, et fréquence d'apparition de ces symptômes, par piscine et en globalité.

Les analyses statistiques recherchant un lien entre piscine et symptômes sont présentées dans le tableau 35.

<u>Variable dépendante</u>	<u>BIC de M0</u>	<u>BIC de M1</u>
Gêne oculaire	192,14	195,46
Larmoiement	188,62	191,73
Gêne respiratoire	161,46	164,73
Toux	104,37	106,79
Malaise	210,53	211,25
Rhinite	195,31	197,85
Céphalées	182,54	182,29

Tableau 35: Calcul des BIC en analysant l'appartenance à l'une des piscines comme variable indépendante et chaque symptôme comme variable dépendante.

Le seul symptôme dont la présence peut s'expliquer par l'appartenance à l'une des deux piscines (Léo Lagrange ou Jules Verne) est les céphalées. En effet pour cette variable le BIC de M1 est plus bas que le BIC de M0. La variable indépendante explique 12,0% de la variance. Il existe donc une différence significative entre ces deux piscines concernant le symptôme « céphalées ». Concernant l'ensemble des autres symptômes décrits ci-dessus, il n'y a pas de différence significative entre les deux piscines (Léo Lagrange et Jules Verne) puisqu'à chaque analyse le BIC de M0 est plus bas que celui de M1.

l) Données de l'examen clinique

Chaque agent a été ausculté lors de la consultation médicale. Toutes les auscultations cardio-pulmonaires étaient normales. Aucun signe cutané n'a été noté.

4. Discussion

Cette étude par questionnaires a permis de faire un état des lieux et de comparer les données entre les piscines étudiées concernant les différents items abordés en lien avec la qualité de vie au travail, la satisfaction au travail mais également les symptômes ressentis pouvant être en lien avec les chloramines, ainsi que les connaissances, croyances et inquiétudes des maîtres nageurs vis-à-vis de cette exposition.

Les limites de cette étude concernant l'évaluation de la qualité de vie au travail sont :

- Un biais de déclaration et d'information puisque les données recueillies par questionnaire sont des informations déclaratives.
- Un biais de mesure, avec le système de cotation entre 0 et 10, qui est subjectif et ne permet de conclure qu'à des tendances dans chaque piscine.
- Le nombre de personnes incluses, limitées à 32 maîtres nageurs du fait du faible nombre de piscines concernées par notre étude. Les analyses statistiques réalisées pour comparer entre elles les piscines Léo Lagrange et Jules Verne portent donc sur un nombre restreint de sujets. Cependant on peut estimer que la représentativité est satisfaisante puisqu'il n'y a eu aucun refus de participer à l'étude par questionnaire.

Il est intéressant de noter que les maîtres nageurs de la piscine Léo Lagrange sont, en comparaison à ceux de la piscine Jules Verne, ceux qui :

- se déclarent les plus satisfaits ;
- déclarent la meilleure ambiance entre collègues et la meilleure relation avec la hiérarchie ;
- se déclarent les plus inquiets vis-à-vis de l'exposition aux chloramines ;
- se déclarent les plus suspicieux vis-à-vis des mesures dans l'air réalisées au cours de cette étude.

On peut apporter l'hypothèse que lorsque l'ambiance est bonne entre collègues il y a un effet groupe qui se crée. Cet effet groupe entraîne une augmentation des discussions concernant des sujets communs et notamment dans le cas présent des discussions en lien avec le sujet des chloramines. Cela peut avoir pour effet de majorer l'inquiétude sur le

sujet concerné. A l'inverse cela infirme l'hypothèse que l'inquiétude des maîtres nageurs vis-à-vis des chloramines est en partie le reflet d'un mal-être au travail et d'une mauvaise ambiance entre collègues ou de mauvaises relations avec la hiérarchie.

Il est intéressant de savoir que lors de la restitution des résultats des questionnaires aux maîtres nageurs, la différence de cotation d'ambiance entre collègues a été l'item ayant le plus fait réagir les maîtres nageurs. Les maîtres nageurs de la piscine Jules Verne ont fait part de leur déception et certains ont même avancé l'hypothèse que leurs collègues de Léo Lagrange aient pu se mettre d'accord pour surévaluer l'ambiance. Il semble donc qu'il existe une certaine rivalité entre les établissements.

Le temps important de surveillance est rapporté comme facteur d'insatisfaction et l'activité d'enseignement est au contraire rapportée comme facteur de satisfaction. Au cours des entretiens individuels, une grande majorité des maîtres nageurs ont effectivement rapporté leur sentiment de frustration vis-à-vis de leurs tâches professionnelles. En effet les maîtres nageurs sont formés pour être des éducateurs et le nombre d'heures hebdomadaires dédiées à cette activité est faible en comparaison au nombre d'heures de surveillance. Cela explique le sentiment de lassitude exprimé par certains d'entre eux comme facteurs donnant envie de changer de métier.

Par ailleurs il est intéressant de noter que les maîtres nageurs de la piscine Jules Verne sont ceux qui citent le plus l'absence des chefs de bassin comme un facteur de mauvaise relation avec la hiérarchie. En effet cette piscine ouvrant plus tard le soir, il arrive fréquemment que les maîtres nageurs travaillent en l'absence des chefs de bassin qui représentent leur encadrement de proximité. En cas de difficulté technique ou de difficulté avec un usager les maîtres nageurs doivent gérer seuls ces situations qui dans la journée sont du ressort de leur supérieur. Cela peut être vécu par certains comme un abandon, pour d'autres comme une injustice vis-à-vis des horaires de travail.

La suspicion vis-à-vis des mesures a été exprimée par un nombre important de maîtres nageurs. Cela doit interroger sur l'intérêt de réaliser des mesures lorsqu'un groupe de salariés se plaint d'une exposition mesurable. En effet si l'obtention de chiffres scientifiquement obtenus semble indispensable, on voit bien ici qu'ils ne sont pas suffisants. La problématique doit faire l'objet d'une écoute globale et d'une information complète auprès des agents concernés.

Concernant les symptômes ressentis sur le lieu de travail, les maîtres nageurs de Léo Lagrange sont plus nombreux que ceux des deux autres piscines à déclarer présenter des céphalées (83,3%) et des gênes respiratoires (66,7%). Cela peut également expliquer qu'ils soient les plus inquiets vis-à-vis de l'exposition aux chloramines, bien qu'ils soient moins nombreux que les maîtres nageurs de la piscine Jules Verne à mettre en lien les céphalées avec l'exposition aux chloramines. En revanche les maîtres nageurs de la piscine Léo Lagrange sont ceux ayant le plus cité la gêne respiratoire comme étant en lien avec l'exposition aux chloramines (73%).

En globalité, les maîtres nageurs interrogés dans cette étude sont 37,5% à déclarer ressentir des gênes de type rhinite, et 43,7% à déclarer allergiques (tout allergène confondu). Dans un rapport, l'ANSES indique que 20 à 25% de la population générale présentent une maladie allergique, bien que l'estimation soit difficile à établir puisque les questionnaires engendreraient une surestimation de l'ordre de 100 à 300%. [16] Dans l'étude menée en 2000 en Rhône-Alpes interrogeant par questionnaire 294 maîtres nageurs, 25% d'entre eux déclarent avoir des symptômes de type rhinite. [18]

Les maîtres nageurs sont en globalité 9,3% à se dire asthmatiques, avec 12,5% de ceux de la piscine Léo Lagrange et 0% de ceux de la piscine Jules Verne, malgré une ancienneté au poste et dans le métier comparable. Rappelons que la prévalence de l'asthme en France est estimée par l'Institut de veille sanitaire à 6% en 2003 et par l'HAS à 6,7% en 2006. [19] [23] [24] Dans une étude réalisée en 1999, [15] sur un mode identique de déclaration par questionnaire, 5% (n=20) des maîtres nageurs interrogés se déclaraient asthmatiques. Dans une étude par questionnaires réalisée en 2008 auprès de 184 professionnels travaillant en piscines couvertes [17], le taux de répondants se déclarant asthmatiques est de 21,8% contre 19% dans le groupe contrôle. Dans l'étude menée en 2000 en Rhône-Alpes interrogeant par questionnaire 294 maîtres nageurs, 8,6% d'entre eux déclarent être asthmatiques, soit un chiffre comparable à celui de notre étude. [18]

Dans une étude réalisée par l'INRS publiée en 2001 et portant sur 334 maîtres nageurs, 2% des sujets étudiés se déclaraient asthmatiques. [10] Dans cette même étude, 50% des maîtres nageurs interrogés se disaient ressentir une irritation oculaire sur le lieu de travail, alors que dans notre étude ce chiffre atteint 87,5%.

Dans une étude [15] portant sur 20 maîtres nageurs de Metz, réalisée en 1999, les données déclaratives sont comparables à celles que nous retrouvons dans notre étude

avec notamment 90% des maîtres nageurs déclarant ressentir une irritation oculaire et 65% se plaignant de céphalées (53,1% en globalité dans notre étude).

Concernant les facteurs de satisfaction, d'insatisfaction et les facteurs ayant un impact sur l'envie ou non de changer de métier, certaines différences s'expliquent par l'historique des piscines. En effet la piscine Léo Lagrange est une piscine de centre ville où de nombreux adultes viennent régulièrement pour la pratique de la natation en loisir. *A contrario*, la piscine Jules Verne est située plus en banlieue de Nantes, et est une piscine davantage ludique ayant un public cible plus familial et plus jeune, qui reste ouverte au public jusqu'à 22h30 deux soirs par semaine. Cela explique que la relation avec le public soit un facteur de satisfaction et d'envie de poursuivre ce métier davantage cité par les maîtres nageurs de Léo Lagrange, et que les incivilités soient davantage citées comme facteurs d'insatisfaction par les maîtres nageurs de Jules Verne.

5. Conclusion

Au vue des résultats, il est important pour l'équipe d'encadrement des maîtres nageurs et pour les médecins du travail de prendre en compte l'inquiétude vis-à-vis de l'exposition aux chloramines exprimée par les maîtres nageurs. Par ailleurs, le nombre non négligeable de maîtres nageurs se déclarant suspicieux vis-à-vis des mesures révèle une méfiance de ces derniers. La mise en place de temps d'écoute individuels ou collectifs pourrait permettre de rassurer les équipes travaillant dans ces lieux exposés. L'obtention de valeurs scientifiques objectives rassurantes doit permettre de dédramatiser la situation d'inquiétude vis-à-vis des expositions professionnelles.

Bien que ce questionnaire permette de conclure que la satisfaction au travail est plutôt bonne, il est important de travailler sur les points négatifs soulevés dans ce travail. Par exemple, des réflexions sont menées par la direction des sports sur les possibilités d'augmenter le nombre d'heures d'enseignement en majorant l'offre de cours collectifs pour les clubs de natation et pour l'ensemble des usagers. Rappelons que neuf maîtres nageurs disent avoir très envie de changer de métier. Un accompagnement par les

référents « emploi, mobilité, compétences » mis en place récemment au sein de la Ville de Nantes doit permettre d'apporter des solutions et un accompagnement aux titulaires de la fonction publique désireux de se réorienter professionnellement.

Les maîtres nageurs eux-mêmes ont fait part de leur souhait de réitérer l'étude par questionnaires afin de suivre l'évolution de leur qualité de vie au travail et de leur satisfaction globale.

IV. Synthèse et ouverture

Cette étude portant à la fois sur la mesure dans l'air des chloramines dans les piscines de la Ville de Nantes traitées au chlore et sur la qualité de vie au travail des maîtres nageurs y travaillant a permis de faire un état des lieux.

Menée de novembre 2014 à février 2015, cette étude a permis de réaliser des mesures dans l'air du taux de chloramines dans les trois piscines publiques de la Ville de Nantes traitées au chlore. Les résultats sont satisfaisants car ne dépassant pas les valeurs limites retenues à l'heure actuelle par l'INRS ($0,5\text{mg}/\text{m}^3$). En revanche certains résultats dépassent la VME à laquelle se réfère actuellement l'ANSES. Il est très probable que dans les années à venir les seuils soient abaissés à la valeur retenue par l'ANSES : $0,3\text{mg}/\text{m}^3$. Il faut donc poursuivre tous les efforts mis en œuvre pour limiter le taux de chloramines dans l'air des piscines traitées au chlore. Ces bons résultats ne doivent pas limiter les projets d'amélioration des infrastructures. Des investissements concernant des déchloramineurs ont déjà été réalisés et pourraient se poursuivre pour équiper l'ensemble des bassins (rappelons que ce type d'installation abaisse le taux de chloramines mais peut être à l'origine d'une augmentation de trihalométhanes qu'il convient alors de surveiller par dosage dans l'eau, mensuellement, comme indiqué dans le dernier arrêté préfectoral de Loire-Atlantique [20] en date du 24 mars 2016). Cet arrêté préfectoral de Loire-Atlantique du 24 mars 2016 [20] modifie les obligations en terme de métrologie. En effet, il est désormais obligatoire de réaliser de manière semestrielle un

dosage de trichlorure d'azote dans l'air des halls des bassins équipés de lampe ultra-violet de déchloramination.

Par ailleurs, la lutte la plus efficace contre les chloramines reste l'éducation des usagers qui sont les pourvoyeurs de substances azotées. De nombreuses campagnes ont été réalisées pour informer et sensibiliser les usagers à cette problématique. Malheureusement les résultats sont mitigés. En effet, il avait été par exemple proposé aux usagers des dosettes de savon afin de procéder à un lavage plus minutieux avant l'entrée dans la piscine. Ce type d'initiative est parfois mal reçu par les usagers et peut créer des tensions avec les maîtres nageurs et le personnel d'accueil. Il est prévu à la Ville de Nantes de mettre en place des messages audio qui informent et rappellent l'importance du lavage avant l'entrée dans la piscine.

Cette étude a également permis de faire un état des lieux de la qualité de vie au travail des maîtres nageurs et de recenser les facteurs de satisfaction et d'insatisfaction. Il serait intéressant que les différents encadrants s'approprient ces données afin de travailler sur les possibilités d'amélioration, notamment en ce qui concerne le besoin d'écoute et de reconnaissance exprimé par un nombre non négligeable de maîtres nageurs. En parallèle, il semble primordial que les médecins du travail qui suivent cette population d'agents de la fonction publique territoriale profitent du suivi médical et des entretiens individuels réguliers pour écouter les inquiétudes et informer les maîtres nageurs des éventuelles nouvelles données ou réglementations vis-à-vis des chloramines. A la demande des maîtres nageurs et de leur hiérarchie, un second recensement des données recueillies par questionnaires pourra être réalisé au cours de l'année 2017 ou 2018, par le service de médecine préventive, afin de suivre l'évolution des tendances obtenues au cours de cette étude.

Annexes

Annexe 1 : *Articles D1332-1 à D1332-13 du Code de la Santé Publique, relatifs aux règles sanitaires applicables aux piscines.*

- Article D1332-1 : Les normes définies dans la présente section s'appliquent aux piscines autres que celles réservées à l'usage personnel d'une famille.

Une piscine est un établissement ou une partie d'établissement qui comporte un ou plusieurs bassins artificiels utilisés pour les activités de bain ou de natation. Les piscines thermales et les piscines des établissements de santé autorisés à dispenser des soins de suite et de réadaptation, d'usage exclusivement médical, ne sont pas soumises aux dispositions de la présente section.

- Article D1332-2 : L'eau des bassins des piscines doit répondre aux normes physiques, chimiques et microbiologiques suivantes :

- 1) Sa transparence permet de voir parfaitement au fond de chaque bassin les lignes de nage ou un repère sombre de 0,30 mètres de côté, placé au point le plus profond ;
- 2) Elle n'est pas irritante pour les yeux, la peau, les muqueuses ;
- 3) La teneur en substance oxydable au permanganate de potassium à chaud en milieu alcalin exprimée en oxygène ne doit pas dépasser de plus de 4 mg/l la teneur de l'eau de remplissage des bassins.
- 4) Elle ne contient pas de substances dont la quantité serait susceptible de nuire à la santé des baigneurs ;
- 5) Le pH est compris entre 6,9 et 8,2 ;
- 6) Le nombre de bactéries aérobies revivifiables à 37°C dans un millilitre est inférieur à 100 ;
- 7) Le nombre de coliformes totaux dans 100 millilitres est inférieur à 10 avec absence de coliformes fécaux dans 100 millilitres.
- 8) Elle ne contient pas de germes pathogènes, notamment pas de staphylocoques pathogènes dans 100 ml pour 90% des échantillons.

- Article D1332-3 : Les ministres concernés déterminent par arrêté pris après avis de l'Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail les produits

et les procédés qui permettent de satisfaire aux exigences prévues à l'article D1332-2. Le silence gardé pendant plus de six mois sur la demande d'autorisation d'utilisation de ces produits et procédés vaut décision de rejet. Les dispositions du présent article ne s'appliquent pas aux produits soumis à autorisation en application de l'article L522-4 du Code de l'environnement.

- Article D1332-4 : L'eau des bassins doit être filtrée, désinfectée et désinfectante. L'alimentation en eau des bassins doit être assurée à partir d'un réseau de distribution publique. Toute utilisation d'eau d'une autre origine doit faire l'objet d'une autorisation prise par arrêté préfectoral sur proposition du Directeur Général de l'Agence Régionale de Santé après avis du conseil départemental de l'environnement et des risques sanitaires et technologiques.

- Article D1332-5 : Sauf pour les pataugeoires et les bassins à vagues, pendant la période de production des vagues, la couche d'eau superficielle des bassins est éliminée ou reprise en continu pour au moins 50% des débits de recyclage définis à l'article D1332-6, par un dispositif situé à la surface. Les écumeurs de surface ne peuvent être installés que dans les bassins dont la superficie du plan d'eau est inférieure ou égale à 200 mètres carrés ; il doit, dans ce cas, y avoir au moins un écumeur de surface pour 25 mètres carrés de plan d'eau.

- Article D1332-6 : L'installation de recyclage et de traitement est dimensionnée pour pouvoir fournir, à tout moment et à chaque bassin qu'elle alimente, un débit d'eau filtrée et désinfectée de qualité conforme aux normes fixées à l'article D1332-2. Pour les piscines dont la surface totale de plan d'eau est supérieure à 240 mètres carrés, cette installation assure une durée du cycle de l'eau inférieure ou égale à :
1° Huit heures pour un bassin de plongeon ou une fosse de plongée subaquatique ;
2° Trente minutes pour une pataugeoire ;
3° Une heure trente pour les autres bassins ou parties de bassins de profondeur inférieure ou égale à 1, 50 mètre ;
4° Quatre heures pour les autres bassins ou parties de bassins de profondeur supérieure à 1, 50 mètre.
Des débitmètres permettent de s'assurer que l'eau de chaque bassin est recyclée

conformément aux dispositions du présent article. Il peut n'être réalisé qu'une seule installation de traitement de l'eau pour plusieurs bassins, à condition que chaque bassin possède ses propres dispositifs d'alimentation et d'évacuation et que les apports de désinfectant correspondent aux besoins. Toutes dispositions sont prises pour que les réparations puissent être effectuées sur les canalisations et les appareils de traitement de l'eau sans qu'une vidange générale soit nécessaire.

Des robinets de puisage d'accès facile, à fins de prélèvements, doivent être installés au moins avant filtration et injection de réactifs, immédiatement avant l'entrée de l'eau dans chaque filtre, après filtration et avant injection de désinfectant, le plus près possible de l'arrivée à chaque bassin, sur la vidange des filtres. Les eaux coulant sur les plages ne doivent pas pouvoir pénétrer dans un bassin. Elles sont évacuées par un dispositif spécial distinct du circuit emprunté par l'eau des bassins.

- Article D1332-7 : L'assainissement des établissements doit être réalisé de manière à éviter tout risque de pollution des eaux de baignade. La conception et le nombre des installations sanitaires, déterminés en fonction de la capacité d'accueil et d'installation, doivent être conformes aux dispositions de l'annexe 13-6.

- Article D1332-8 : Les piscines comprennent un poste de secours situé à proximité directe des plages.

- Article D1332-9 : La capacité d'accueil de l'établissement, fixée par le maître d'ouvrage, doit être affichée à l'entrée. Elle distingue les fréquentations maximales instantanées en baigneurs et en autres personnes. La fréquentation maximale instantanée en baigneurs présents dans l'établissement ne doit pas dépasser trois personnes pour 2 mètres carrés de plan d'eau en plein air et une personne par mètre carré de plan d'eau couvert. Pour l'application du présent article, la surface des pataugeoires et celle des bassins de plongeon ou de plongée réservés en

permanence à cet usage ne sont pas prises en compte dans le calcul de la surface des plans d'eau.

Les personnes autres que les baigneurs, notamment les spectateurs, visiteurs ou accompagnateurs, ne peuvent être admises dans l'établissement que si des espaces distincts des zones de bain et comportant un équipement sanitaire spécifique ont été prévus à cette fin.

- Article D1332-10 : Dans les établissements où la superficie des bassins est supérieure ou égale à 240 mètres carrés, les accès aux plages en provenance des locaux de déshabillage comportent un ensemble sanitaire comprenant des cabinets d'aisance, des douches corporelles et des pédiluves ou des rampes d'aspersion pour pieds alimentées en eau désinfectante. Les autres accès aux plages comportent des pédiluves et, si nécessaire, des douches corporelles. Les pédiluves sont conçus de façon que les baigneurs ne puissent les éviter. Ils sont alimentés en eau courante et désinfectante non recyclée et vidangés quotidiennement.

- Article D1332-11 : Les revêtements de sol rapportés, semi-fixes ou mobiles, notamment les caillebotis, sont interdits, exception faite des couvertures de goulotte.

- Article D1332-12 : Un arrêté préfectoral fixe, selon les types d'installation, la nature et la fréquence des analyses de surveillance de la qualité des eaux que doivent réaliser les responsables des installations. Toutefois, cette fréquence ne doit pas être inférieure, pour les piscines, à une fois par mois. Les prélèvements d'échantillons sont effectués à la diligence de l'Agence Régionale de Santé. Ils sont analysés par un laboratoire agréé par le ministre chargé de la santé. Les frais correspondants sont à la charge du déclarant de la piscine. Le silence gardé pendant plus de six mois sur la demande d'agrément d'un laboratoire vaut décision de rejet. Les résultats, transmis à l'Agence Régionale de Santé, sont affichés par le déclarant de manière visible pour les usagers.

Les méthodes d'analyse employées par les laboratoires doivent être soit les méthodes de référence fixées par un arrêté du ministre chargé de la santé dont il peut saisir pour avis l'Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail, soit des méthodes conduisant à des résultats équivalents.

- Article D1332-13 : Lorsque l'une au moins des normes de la présente section n'est pas respectée, le préfet, sur le rapport du Directeur Général de l'Agence Régionale de Santé, peut interdire ou limiter l'utilisation de l'établissement ou de la partie concernée de celui-ci.

Annexe 2 : Tableau 66 des maladies professionnelles du régime général.

Désignation des maladies	Délai de prise en charge	Liste limitative des travaux susceptibles de provoquer ces maladies
Rhinite récidivant en cas de nouvelle exposition au risque ou confirmée par test.	7 jours	1.Travail en présence de toute protéine en aérosol.
Asthme objectivé par explorations fonctionnelles respiratoires récidivant en cas de nouvelle exposition au risque ou confirmé par test.	7 jours	2.Élevage et manipulation d'animaux (y compris la préparation et le conditionnement d'arthropodes et de leurs larves).
Insuffisance respiratoire chronique obstructive secondaire à la maladie asthmatique.	1 an	3.Utilisation et conditionnement de carmin et poudres d'insectes. 4.Préparation et manipulation des fourrures et feutres naturels. 5.Préparation, emploi, manipulation de produits contenant de la séricine. 6.Emploi de plumes et duvets. 7.Travaux exposant aux résidus d'extraction des huiles, notamment de ricin et d'ambrette. 8.Broyage des grains de céréales alimentaires, ensachage et utilisations de farines. 9.Préparation et manipulation des substances d'origine végétale suivantes : ipéca, quinine, henné, pollens et spores, notamment de lycopode. 10.Ouverture des balles, cardage, peignage, filature et tissage de textiles d'origine végétale

(notamment coton, sisal, kapok, chanvre, lin).

11.Travaux comportant l'emploi de gommés végétales pulvérisées (arabique, adraganthe, psyllium, karaya notamment).

12.Préparation et manipulation du tabac.

13.Manipulation du café vert et du soja.

14.Exposition à des poussières végétales notamment asparagées, légumineuses, papilionacés, ombellifères, labiées, solanacées, pyrèthres.

15.Manipulation de gypsophile (*Gypsophila paniculata*).

16.Manipulation ou emploi des macrolides, (notamment spiramycine et oléandomycine),de médicaments et de leurs précurseurs notamment : glycols, salbutamol, pipérazine, cimetidine, hydralazine, hydralazine de l'acide nicotinique (isoniazide), chlorure d'acide de la phényl glycine, tétracyclines, alpha-méthyl-dopa.

17.Travaux exposant aux sulfites, aux bisulfites ou aux persulfates alcalins.

18.Préparation, emploi, manipulation de chloroplatinates pentoxyde de vanadium,

notamment dans la fabrication des catalyseurs.

19.Travaux exposant à l'inhalation d'anhydrides d'acides volatils, notamment anhydrides maléique, phtalique, trimellitique, tétrachlorophtalique, hexahydrophthalique, himique.

20.Fabrication, manipulation et utilisation de fongicides notamment les phtalimide et tétrachlorophtalonitrile.

21.Travaux exposant à la colophane chauffée, notamment de la soudure en électronique.

22.Travaux exposant à des émanations de produits de pyrolyse du chlorure de polyvinyle (notamment dans sa soudure thermique), fréons, polyéthylène, polypropylène.

23.Travaux exposant à l'azodicarbonamide, notamment dans l'industrie des plastiques et du caoutchouc et au styrène, isophoronediamine, aziridine polyfonctionnelle, triglycidyl isocyanurate.

24.Préparation et mise en œuvre de colorants, notamment à hétérocycles halogénés, acryloylamines ou vinyl-sulfones, pipéridinyl triazine, ninhydrine.

25. Préparation et utilisation de colles au cyanoacrylate.

26. Travaux exposant à des émanations de glutaraldéhyde.

27. Travaux exposant à des émanations d'oxyde d'éthylène, notamment lors de la stérilisation.

28. Travaux de désinfection et de stérilisation exposant à des émanations de : chlorhexidine, hexachlorophène, benzisothiazoline-3-one et ses dérivés, organomercurels, ammoniums quaternaires et leurs dérivés, notamment le benzalkonium et le chlorure de lauryl diméthylbenzylammonium.

29. Fabrication et utilisation de détergents notamment l'isononanoyle oxybenzène sulfonate de sodium.

30. Fabrication et conditionnement du chloramine T.

31. Fabrication et utilisation de tétrazène.

32. Synthèse des polypeptides exposant notamment au dicyclohexyle carbodiimide, 4méthyl-morpholine, dichlorobenzène sulfonate.

33. Travaux de reprographie exposant notamment aux sels de diazonium ou à l'hydroquinone.

34. Travaux exposant aux dérivés aminés des produits chlorés tels que la chloramine dans les piscines.

TRICHLORURE D'AZOTE et autres composés chlorés

Substances mesurables

- Cette méthode permet de doser les dérivés du chlore (acide hypochloreux, hypochlorite, chloramines) présents dans l'atmosphère des halls de piscine par exemple ou de tout autre lieu utilisant des composés chlorés pour la désinfection des eaux (agro-alimentaire). La formation respective des différentes chloramines dépend du pH et du rapport chlore/azote.
- Cette méthode permet la détermination de façon indépendante du chlore, du trichlorure d'azote et des autres dérivés chlorés (résultats exprimés en équivalent chlore Cl_2 : n° CAS : 7782-50-5, VLE : 3 mg/m^3 , TLV-TWA : $1,5 \text{ mg/m}^3$).
- Des essais d'irritation réalisés en expérimentation animale (souris) ont permis de déterminer des "valeurs limites de confort" pour le trichlorure d'azote [3] :
 - valeur limite à court terme (équivalent à VLE) : $1,5 \text{ mg/m}^3$,
 - valeur limite à long terme (équivalent à VME) : $0,5 \text{ mg/m}^3$.Ces valeurs sont exprimées en trichlorure d'azote (n° CAS : 10025-85-1).

Principe

L'échantillonneur est composé successivement d'un tube de gel de silice imprégné d'acide sulfamique et de filtres imprégnés de carbonate de sodium et de trioxyde de diarsenic.

Le gel de silice retient les composés chlorés (chlore, acide hypochloreux, monochloramine et dichloramine) avec une efficacité supérieure à 95 %, tandis que les filtres imprégnés collectent la fraction de chloramines la plus volatile (trichlorure d'azote NCl_3) avec une efficacité proche des 100 % [10].

La figure de montage est donnée en [annexe 1](#). Un montage plus simple est également proposé en [annexe 1](#) pour les prélèvements dans les atmosphères de halls de piscines par exemple où le trichlorure d'azote peut représenter 95% des espèces chlorées présentes [9]. L'utilisation d'une cassette seule permet alors la détermination de tous les composés chlorés sans distinction.

PRÉLÈVEMENT

Échantillonneur

- Tube contenant 2 plages de 1 g et 0,5 g de gel de silice (18-35 mesh) imprégné d'acide sulfamique.
- Cassette porte-filtre, diamètre 37 mm contenant deux filtres en fibre de quartz imprégnés de carbonate de sodium et de trioxyde de diarsenic, voir montage [annexe 1](#).
- Flacon contenant la solution de désorption pour les tubes.

Remarque

Pour déterminer la teneur en chloramines et dérivés chlorés sans distinction, les prélèvements sont effectués uniquement avec une cassette contenant un filtre membrane de porosité < 1 µm en PVC ou PTFE par exemple (pour la pollution particulaire) et les deux filtres imprégnés (pour la pollution gazeuse).

Conditions usuelles d'utilisation

Comparaison à la VME : débit : de 0,5 à 1 L/min, volume recommandé : 60 L.

Comparaison à la VLE : prélèvement de 15 minutes maximum à 1 L/min.

Si utilisation de la cassette seule : débit : 1 L/min, volume recommandé : 180 L.

Date de péremption des supports (avant prélèvement)

La durée de conservation des filtres vierges est fixée à 6 mois.

Les tubes de gel de silice imprégné peuvent être conservés également 6 mois (sous réserve de vérification du potentiel oxydant du gel (pollution possible lors du stockage)).

Conservation

(cf. [annexe 2](#))

Les tubes devront être désorbés le jour du prélèvement et analysés dans les 10 jours.

Les cassettes pourront être conservées 30 jours sans perte de polluant.

Précautions particulières

- Contrôler régulièrement la pompe pour éviter les problèmes de perte de charge.
- Si les prélèvements sont effectués dans des piscines, éviter l'utilisation de récipients en verre.

ANALYSE

Méthode

- Tubes : potentiométrie.
- Filtres : chromatographie ionique avec ou sans colonne de suppression ou électrophorèse capillaire (cf. [fiche 009 "Anions minéraux"](#)).

Conditions d'analyse pour les filtres

- À adapter selon l'appareillage et le type de colonne utilisée (cf. [fiche 009 "Anions minéraux"](#)).
- Débit d'éluant : de l'ordre de 2 mL/min.
- Volume injecté : de l'ordre de 50 à 100 µL.

Étalonnage

Externe avec des solutions étalon de chlorure du commerce à 1 g/L ou équivalent (pour les filtres) et d'iodate de potassium pour le dosage des tubes en potentiométrie (les solutions de chlore n'étant pas stables).

MATÉRIEL DE PRÉLÈVEMENT

- Pompe de prélèvement individuel capable d'assurer un débit régulé de 0,5 à 1 L/min ($\pm 5\%$).
- Cassettes porte-filtres \varnothing 37 mm contenant deux filtres en fibre de quartz imprégnés.
- Tube contenant 2 plages de 1 g et 0,5 g de gel de silice imprégné d'acide sulfamique.
- Tuyau souple de connexion pompe-échantillonneur.
- Débitmètre.
- Flacon (25 mL) contenant 10 mL d'acide sulfamique à 1 g/L (pour la désorption in-situ des tubes).

MATÉRIEL ANALYTIQUE

- Cuve à ultrasons.
- Étuve (ventilée de préférence).
- Balance analytique (sensibilité 0,1 g).
- Pinces, spatule.
- Cartouche contenant une résine échangeuse de cations sous forme H^+ type Bio-Rad 50 W-X12, 100-200 mesh ou équivalent.
- Ensemble de chromatographie ionique avec ou sans membrane de suppression ou électrophorèse capillaire.
- Potentiomètre (électrode spécifique chlore résiduel et pH-mètre/V-mètre).
- Sorbonne.
- Gants et lunettes de protection.

RÉACTIFS ET GAZ (qualité analytique)

- Eau déionisée.
- Carbonate de sodium.
- Trioxyde de diarsenic.
- Acide sulfamique (solutions aqueuses à 25 g/L et 1 g/L).
- Étalon d'iodate de potassium.
- Solution de iodure de potassium (0,5 M soit 8,3 g de KI pour 100 mL d'eau).
- Acide acétique.
- Acétate de sodium.
- Solution étalon de chlorure à 1 g/L du commerce ou équivalent.

PRÉCAUTIONS PARTICULIÈRES

Le trioxyde de diarsenic est un composé très toxique par ingestion, inhalation et contact cutané. Toutes précautions devront être prises lors de sa manipulation pour limiter l'exposition au plus bas niveau possible, en particulier par l'utilisation de gants à usage unique et de lunettes de protection. Tous les déchets contenant du trioxyde de diarsenic doivent être récupérés et leur élimination doit être effectuée par une société spécialisée.

PRÉPARATION DES ÉCHANTILLONNEURS

Le montage est décrit en [annexe 1](#).

Efficacité de collection et essais de conservation en [annexe 2](#).

PRÉPARATION DES TUBES DE GEL DE SILICE IMPRÉGNÉ

- Le gel de silice (100 à 200 g) est lavé avec de l'eau déionisée, et séché à 60°C.
- Il est ensuite mélangé à 200 mL de solution d'acide sulfamique à 25 g/L et séché à 60°C de façon à imprégner le gel de silice d'acide sulfamique.
- Les tubes sont remplis en formant deux sections de gel de silice (1 g et 0,5 g), séparées par un fritté (20 µm).

Remarque

Il est conseillé de vérifier le potentiel oxydant du gel avant utilisation (pollution ou dégradation du support lors du stockage).

PRÉPARATION DES FILTRES DE FIBRE DE QUARTZ IMPRÉGNÉ

- Préparer la solution d'imprégnation des filtres en fibre de quartz :
 - peser 0,8 g de trioxyde de diarsenic et 5 g de carbonate de sodium,
 - les transvaser dans une fiole jaugée de 100 mL,
 - compléter à 100 mL avec de l'eau.
- Imprégner les filtres en déposant à la micropipette, de façon aussi homogène que possible, 500 µL de solution sur chaque filtre de quartz. Faire sécher à l'étuve à environ 50°C pendant 1 à 2 heures ou sous une sorbonne (à l'abri de toute source de pollution).

Remarques

Les filtres peuvent être disposés sur des entretoises de cassettes pour les sécher. L'absence d'interfèrent peut être vérifiée en traitant quelques filtres selon la méthode d'analyse habituellement utilisée au laboratoire.

- Les filtres sont ensuite placés dans des cassettes porte-filtre (cf. "[Montage](#)" [annexe 1](#)).

TRAITEMENT DES ÉCHANTILLONS PRÉPARATION DES ÉTALONS

TUBES DE GEL DE SILICE

Désorption

- Après échantillonnage, les plages de gel de silice sont désorbées séparément dans 10 mL de solution d'acide sulfamique à 1 g/L.
- Ajouter 0,1 mL de solution d'iodure de potassium (KI) 0,5 M.
- Laisser agir pendant environ 2 minutes.
- Ajouter ensuite 1 mL de solution tampon pH = 4,5 (acétate de sodium 1,8 M, acide acétique 6,4 M).
- Les solutions obtenues sont ensuite dosées par potentiométrie.

Remarque

Traiter les témoins de la même façon.

Solutions étalon

- Préparer une solution-mère à 1g/L de KIO₃ dans l'acide sulfamique (soit 0,1 g de KIO₃ dans 100 mL d'acide sulfamique à 1g/L).
- Préparer une solution à 100 mg/L de KIO₃ par dilution de cette solution-mère au 1/10 (10 mL/100 mL d'eau).

- Préparer une gamme d'étalonnage (par exemple de 1 à 20 mg/L en KIO_3) par dilutions de la solution à 100 mg/L (par exemple 0,1- 0,5- 1- 1,5 et 2 mL dans 10 mL d'acide sulfamique (1g/L)).
- Ajouter dans chacun des étalons une mesure de gel de silice imprégné puis 0,1 mL de KI (0,5 M), agiter et, 2 minutes plus tard, 1 mL de solution tampon pH 4,5.
- Effectuer les mesures potentiométriques dans les 30 minutes suivant l'ajout du tampon.

FILTRES IMPRÉGNÉS

Désorption

Les filtres utilisés sont désorbés dans 5 à 20 mL (habituellement 10 mL) d'eau déionisée. Les solutions de désorption subissent ensuite un traitement particulier selon la méthode analytique utilisée (cf. [fiche 009 "Anions minéraux"](#)).

Remarque

Traiter les témoins de la même façon.

Solutions étalon

Une gamme d'étalons est préparée, dans la même matrice, par dilution dans de l'eau déionisée, de la solution étalon de chlorure à 1 g/L.

ANALYSE DES TUBES DE GEL DE SILICE PAR POTENTIOMÉTRIE

- Les réactions mises en jeu en milieu acide et en présence d'iodure de potassium sont les suivantes :



(1) : n moles de IO_3^- libèrent 3n moles de I_2 .

(2) : l'iodure réagit complètement avec le chlore pour former de l'iode, n moles de Cl_2 donnent n moles de I_2 .

La méthode consiste à mesurer l'iode libéré par potentiométrie à l'électrode spécifique chlore résiduel (méthode OSHA ID-101).

D'après (1) et (2), n moles Cl_2 (présentes dans les solutions désorbées) équivalent à $\frac{n}{3}$ moles IO_3^- (étalons)

Comme : masse molaire $M(\text{Cl}_2)$ = 71 g/mol,

masse molaire $M(\text{KIO}_3)$ = 214 g/mol,

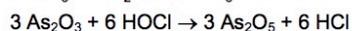
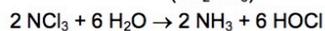
Une quantité m (exprimée en mg/L) de KIO_3 donne la même réponse potentiométrique que la même quantité m (en mg/L) de Cl_2 . L'étalonnage effectué à l'aide de KIO_3 permet donc d'établir une courbe d'étalonnage directement exprimée en Cl_2 .

- Analyser les solutions étalon d'iodate de potassium préparées le jour de l'analyse. Au moins trois solutions couvrant la plage des concentrations escomptées sont analysées. Tracer la courbe d'étalonnage.
- Doser ensuite les solutions de désorption (tubes utilisés et témoins).

ANALYSE DES FILTRES IMPRÉGNÉS

CONDITIONS D'ANALYSE

- Les solutions de désorption des filtres peuvent être analysées par diverses techniques : chromatographie ionique avec ou sans membrane de suppression ou électrophorèse capillaire.
- Les réactions d'oxydo-réduction mises en jeu en milieu alcalin sur les filtres imprégnés sont les suivantes :



La méthode consiste en final à doser les chlorures.

- Se référer à la [fiche 009 "Anions minéraux"](#).

ÉTALONNAGE ET DOSAGE DES PRÉLÈVEMENTS

- Analyser les solutions étalon de chlorures. Trois solutions couvrant le domaine de concentrations escompté sont analysées. Tracer la courbe d'étalonnage.
- Analyser les échantillons prélevés et les filtres non utilisés servant de témoins.

EXPRESSION DES RÉSULTATS

CAS DES TUBES DE GEL DE SILICE : POTENTIOMÉTRIE

- La concentration C exprimée en équivalent-chlore sera :
 - soit calculée à partir de la formule donnée sur le manuel d'instructions fourni avec les électrodes utilisées,
 - soit déterminée sur une courbe d'étalonnage $E = f(\log C)$ établie à l'aide des solutions étalon.
- La concentration, dans l'atmosphère, en composés dérivés du chlore (autres que NCl_3) est donnée par :

$$C(\text{mg}/\text{m}^3) = (C_{\text{Cl}_2} - C_b) \times \frac{V}{V}$$

avec : C_{Cl_2} (mg/L) : concentration de l'échantillon en équivalent-chlore

C_b (mg/L) : concentration moyenne des témoins en équivalent-chlore

V (L) : volume d'air prélevé

v (mL) : volume de reprise des échantillons

CAS DES FILTRES : ANALYSE CHROMATOGRAPHIQUE

- La concentration des échantillons est déterminée sur la courbe d'étalonnage.
- La concentration du polluant dans l'atmosphère, exprimé en NCl_3 , est donnée par :

$$C(\text{mg}/\text{m}^3) = (C_{\text{Cl}^-} - C_b) \times \frac{V}{V} \times \frac{1}{3} \times \frac{\text{PM}_P}{\text{PM}_I}$$

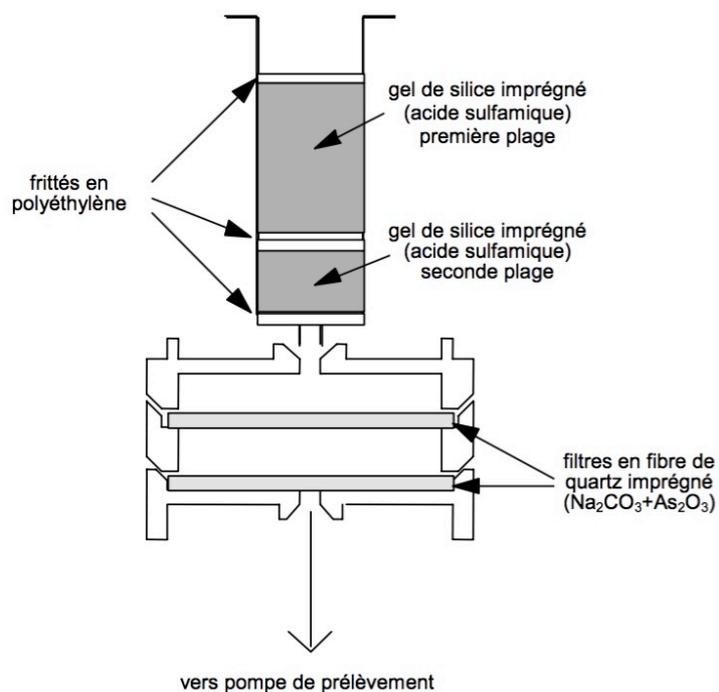
- avec : C_{Cl^-} (mg/L) : concentration de l'ion dans l'échantillon
 C_b (mg/L) : concentration moyenne dans les témoins
 v (mL) : volume de reprise des échantillons
 PM_p (g/mol) : masse moléculaire du polluant, ici trichlorure d'azote (120,5 g/mol)
 PM_i (g/mol) : masse moléculaire de l'ion, ici Cl^- (35,5 g/mol)
 V (L) : volume d'air prélevé
1/3 : rapport entre le nombre de moles Cl^- dosées et le nombre de moles NCl_3 effectivement présentes sur les filtres.

BIBLIOGRAPHIE

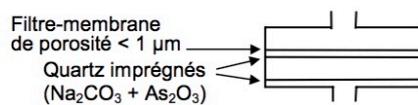
- [1] Chlorine in Workplace Atmospheres. Method ID-101, in OSHA Analytical Methods Manual, 1981, 23 p.
- [2] BARBEE S.J., THACKARA J.W. AND RINEHART W.E. - Acute inhalation toxicology of nitrogen trichloride. *Am. Ind. Hyg. Ass. J.* 44, 1983, pp. 145-146.
- [3] GAGNAIRE F., AZIM S., BONNET P., HECHT G. AND HÉRY M. - Comparison of the sensory irritation response in mice to chlorine and nitrogen trichloride. *J. Appl. Toxicol.* 14, 1994, pp. 405-409.
- [4] HAILIN G.E., WALLACE G.G., AND O'HALLORAN R.A.J. - Determination of trace amounts of chloramines by liquid chromatographic separation and amperometric detection. *Analyt. Chim. Acta.* 237, 1990, pp. 149-153.
- [5] HÉRY M., HECHT G., GERBER J.M., GENDRE J.C., HUBERT G., REBUFFAUD J. - Exposure to chloramines in the atmosphere of indoor swimming pools. *Ann. Occup. Hyg.* 39, 1995, pp. 427-439.
- [6] HENRY'S LAW CONSTANTS FOR FLASHOFF. HOLZWARTE G., BALMER R.G. AND SONY L. - The fate of chlorine and chloramines in cooling towers. *Water Res.* 18, 1984, pp. 1421-1427.
- [7] MASSIN N., BOHADANA A., WILD P., HÉRY M., TOAMAIN J.P. AND HUBERT G. - Respiratory symptoms and bronchial responsiveness in lifeguards exposed to nitrogen trichloride in indoor swimming pools. *Occupational and Environmental Medicine*, 55, 1998, pp. 258-263.
- [8] SANDERSON W.T., WEBER A. AND ECHT A. - Case reports : epidemic eye and upper respiratory irritation in poultry processing plants. *Appl. Occup. Environ. Hyg.* 10, 1995, pp. 43-49.
- [9] HÉRY M., HECHT G., GERBER J.M. et coll. - Exposition aux chloramines dans les atmosphères des halls de piscine. *Cahiers de notes documentaires*, 1994, 156, ND 1963, pp. 285-292.
- [10] HÉRY M., GERBER J.M., HECHT G., SUBRA I., POSSOZ C., AUBERT S., DIEUDONNÉ M., ANDRÉ J.C. - Exposure to chloramines in a green salad processing plant. *Annals of Occupational Hygiene*, vol. 42, 1998, n° 7, pp. 437-451.

ANNEXE 1 MONTAGE DE L'ÉCHANTILLONNEUR

Détermination de façon indépendante de NCl_3 et des autres composés chlorés



Détermination de tous les composés chlorés sans distinction



ANNEXE 2 EFFICACITÉ DE COLLECTION ET ESSAIS DE CONSERVATION

PRÉLÈVEMENT SUR TUBE + CASSETTE

Efficacités de collection de différents supports

Des études en laboratoire ont permis la détermination des efficacités de collection de différents supports.

Le gel de silice retient en moyenne 3 % du trichlorure d'azote et :

96 % du chlore,

94 % de l'hypochlorite,

96 % de la monochloramine,

95 % de la dichloramine.

Alors que les filtres imprégnés retiennent le trichlorure d'azote avec une efficacité supérieure à 95 %.

Cette méthode permet donc de distinguer le trichlorure d'azote des autres formes chlorées.

Essais de conservation

Ces essais ont été réalisés par dépôt de solution sur les tubes, à partir d'une solution de chlore pur pour le chlore et une solution d'eau de Javel pour l'hypochlorite ; pour les filtres (trichlorure d'azote), par dépôt d'une solution de trichlorure d'azote dans le tétrachlorure de carbone .

Les cassettes sont conservées à température ambiante et les tubes à 4°C, à l'abri de la lumière.

Hypochlorite

Jours d'analyse	Série 1 : flacon scellé (référence)	Série 2 : tubes désorbés le jour J	Série 3 : tubes désorbés le jour de l'analyse
J	993 µg	100 %	96 %
J + 3	978 µg	100 %	89 %
J + 10	929 µg	100 %	92,9 %
J + 30	917 µg	100 %	81,3 %

Chlore

Jours d'analyse	Série 1 : flacon scellé (référence)	Série 2 : tubes désorbés le jour J	Série 3 : tubes désorbés le jour de l'analyse
J	1 110 µg	100 %	96,3 %
J + 3	1 100 µg	100 %	98,3 %
J + 10	1 150 µg	100 %	95,5 %
J + 30	1 065 µg	100 %	85 %

Trichlorure d'azote

Jours d'analyse	Série 1 : flacon scellé (référence)		Série 2 : filtres désorbés le jour de l'analyse
J	162 µg	100 %	96,9 %
J + 3	158 µg	100 %	98,7 %
J + 10	152 µg	100 %	100 %
J + 30	162 µg	100 %	99,4 %

PRÉLÈVEMENT UNIQUEMENT SUR CASSETTE

Coefficient d'adsorption - désorption

Une efficacité de captage supérieure à 95 % a pu être déterminée par génération de chloramines en laboratoire, en utilisant des solutions tampons à pH 3 - pH 6 - pH 9, favorisant la formation de certaines chloramines. La mise en œuvre de ce système étant très complexe, des prélèvements réalisés dans des piscines ont permis de confirmer ces premiers résultats [9].

Essais de conservation

Ils sont réalisés à température ambiante.

Quantité de chlorure (mg)

	Jour J	Jour J + 3	Jour J + 10	Jour J + 30
Dans des flacons scellés (N = 7)	0,162 ± 0,009	0,158 ± 0,005	0,152 ± 0,007	0,163 ± 0,003
Sur filtres imprégnés (N = 7)	0,157 ± 0,005	0,156 ± 0,003	0,152 ± 0,004	0,161 ± 0,008

N : nombre d'échantillons

HISTORIQUE

Version	Date	Modification(s) faisant l'objet de la nouvelle version	Paragraphes concernés
007	Jusqu'au 25/01/2006	Création + mises à jour	
007/V01	25/01/2006	Nouvelle présentation La procédure décrite ne comprend plus un mouillage des filtres par du glycérol Désorption dans 5 à 20 mL d'eau Ajout d'un historique en fin de fiche	Réactifs Préparation des échantillonneurs Désorption des filtres imprégnés
007/V01.01	17/10/ 2007	Référence bibliographique [3] Montage simplifié pour les prélèvements en hall de piscine. Conditions d'analyse (réactions mises en jeu) Référence bibliographique [9]	Substances mesurables Principe Analyse des filtres imprégnés Annexe 2

9- Horaires actuels : _____ heures par semaine

Horaire :

--

10- Nombre d'heures par semaine d'animation :
_____h/semaine

11- Antécédents médicaux personnels :

- Asthme dans l'enfance : oui non
- Asthme actuel : oui non
- Allergies : oui non

(Si oui, à quoi ? _____)

12- Faites-vous du sport dans votre vie personnelle : oui non

Si oui, quel(s) sport(s) ? _____

Combien d'heures par semaine : _____ heures/semaine

13- Faites-vous ou avez-vous fait partie d'un club de natation?

Si oui : - En quelle(s) année(s) ? _____

- Combien d'heures par semaine vous entraîniez-vous ? _____

14- Selon vous, quels sont les effets des chloramines sur l'Homme ?

15- Satisfaction au travail :

(pas satisfait) 0---1----2----3----4----5----6----7----8----9----10 (très satisfait)

Quels sont les facteurs de satisfaction au travail sur votre poste ?

Quels sont selon vous les facteurs d'insatisfaction au travail sur votre poste ?

16- Pénibilité au travail :

(pas pénible) 0---1----2----3----4----5----6----7----8----9----10 (très pénible)

Quels sont selon vous les facteurs de pénibilité au travail sur votre poste ?

17- Envie de changer de métier :

(pas envie) 0---1----2----3----4----5----6----7----8----9----10 (très envie)

Quels sont les éléments qui ne vous donnent pas envie de changer de métier ?

Quels sont selon vous les éléments qui motiveraient une envie de changer de poste ?

18- Ambiance au travail avec les collègues :

(très mauvaise) 0---1----2----3----4----5----6----7----8----9----10 (très bonne)

Quels sont les éléments de bonne ambiance entre collègues ?

Quels sont selon vous les éléments de mauvaise ambiance au travail sur votre poste ?

19- Relation avec la hiérarchie

(très mauvaise) 0---1----2----3----4----5----6----7----8----9----10 très bonne)

Quels sont les facteurs de bonne relation avec la hiérarchie ?

Quels sont selon vous les facteurs de mauvaise relation avec la hiérarchie sur votre poste ?

20- Inquiétude vis-à-vis des chloramines

(pas inquiet) 0---1----2----3----4----5----6----7----8----9----10 (très inquiet)

Qu'est-ce qui vous inquiète ou pourrait vous inquiéter concernant les chloramines?

21- Ressentez-vous sur votre lieu de travail l'un des signes suivants ?

- Gêne oculaire : oui non

Si oui à quelle fréquence ? _____

- Larmolement : oui non

Si oui à quelle fréquence ? _____

- Gêne respiratoire : oui non

Si oui à quelle fréquence ? _____

- Toux : oui non

Si oui à quelle fréquence ? _____

- Sensation de malaise : oui non

Si oui à quelle fréquence ? _____

- Rhinite (nez qui coule) : oui non

Si oui à quelle fréquence ? _____

- Maux de tête : oui non

Si oui à quelle fréquence ? _____

- Autre(s) symptôme(s) : oui non

Si oui à quelle fréquence ? _____

Références bibliographiques

[1] « **Etat des lieux de l'offre des bassins de natation en France, une approche par les territoires et les usagers** »,
Ministère de la santé et des sports, novembre 2009, 50 pages.

Disponible sur www.sports.gouv.fr

[2] Lefevre B, Thiery P. « **Les premiers résultats de l'enquête 2010 sur les pratiques physique et sportives en France** »,
Jeunesse, Sports et Vie associative, Bulletin de statistiques et d'études n°10, décembre 2010

[3] « **Sports et sportifs en France** » enquête FPS/ISPOS 2007,
communiqué de presse disponible sur
www.entreprisesdusport.com/fr/actualites/communiques/cpfpc.sportdanslaville.pdf,
visité le 30 mars 2016.

[4] Élise Nale, dans Éléonore Marantz (dir.), « **L'État et architecture. Le cas des piscines publiques construites en France (1961-1976)** »,
L'Atelier de la recherche. Annales d'histoire de l'architecture, 2015, actes de la journée des jeunes chercheurs en histoire de l'architecture du 22 octobre 2015, Paris, site de l'HiCSA, mis en ligne en juin 2016, p. 48-64.

[5] « **Faire du sport dans son quartier** »,
Nantes au quotidien, Supplément à Nantes Passion, magazine de l'information municipale n°138, octobre 2003, page 20.

[6] « **100 ans de sports 1850-1950** »,
Liens d'archives, Journal d'information des archives départementales, numéro spécial, octobre 2012.

[7] Avis de l'Agence nationale de santé sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES) relatif à la demande d'avis sur un projet d'arrêté modifiant l'arrêté du 7 avril 1981 fixant les dispositions techniques applicables aux piscines, 25 juin 2014, saisine n°2013-SA-0190.

[8] Seux R., « **Evolution de la pollution apportée par les baigneurs dans les eaux de piscines sous l'action du chlore** », *Journal français d'hydrologie*, 1988, vol.19, p.151-168

[9] Barbee SJ, Thackara JW and Rinehart WE. « **Acute inhalation toxicology of nitrogen trichloride** » *American industrial hygiene association journal* 1983, vol.44 (numéro 2) ; 145-146.

[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** », *Occupational and environmental medicine*, 1998, vol.55, n°4, p 258-263.

[11] Gagnaire F., Azim S., Bonnet P., Hecht G., Héry M., « **Pouvoir irritant du chlore et du trichlorure d'azote chez la souris** », *Cahiers de notes documentaires*, n°156, troisième trimestre 1994.

[12] Héry M. et al., « **Exposition aux chloramines dans les atmosphères des halls de piscine** », *Cahiers de notes documentaires*, n°156, troisième trimestre 1994.

[13] Tafrechian S., « **L'asthme aux chloramines chez le personnel des piscines** », *Mémoire pour la capacité de médecine en santé et travail et de prévention des risques professionnels*, 2007, Université R.Descartes, Faculté de Médecine Paris 5.

- [14] *Thickett K.M., McCoach J.S., Gerber J.M., Sadhra S., Burge P.S., « Occupational asthma caused by chloramines in indoor swimming-pool air », European respiratory journal, 2002, Vol.19, page 827-832.*
- [15] *Marchal Barbara, « Recherche de chloramines dans l'air des piscines couvertes et enquête sur la gêne occasionnée chez les maîtres nageurs », Thèse de pharmacie soutenue à Nancy le 21 janvier 2000.*
- [16] *« Etat des connaissances sur l'impact sanitaire lié à l'exposition de la population générale aux pollens présents dans l'air ambiant », Avis de l'ANSES, Rapport d'expertise collective, janvier 2014.*
- [17] *Jean Parrat, « Evaluation de l'exposition à la trichloramine atmosphérique des maîtres nageurs, employés et utilisateurs publics des piscines couvertes des cantons de Fribourg, Neuchâtel et Jura », Laboratoire intercantonal de santé au travail (LIST), septembre 2008.*
- [18] *Thoumelin P., Monin E., Arnandet D., Julien M., « Troubles d'irritation respiratoire chez les travailleurs des piscines », Documents pour le médecin du travail, INRS, n°101, premier trimestre 2005.*
- [19] *Delmas MC., Leynaert B., Com-Ruelle L., Annesi-Maesano I., Fuhrlan C., « Asthme : prévalence et impact sur la vie quotidienne, Analyse des données de l'enquête décennale santé 2003 de l'Insee », InVS, Maladies chroniques et traumatismes, 2008, 89 pages.*
- [20] *Arrêté préfectoral de Loire-Atlantique du 24 mars 2016 relatif au contrôle sanitaire et à la surveillance de la qualité de l'eau des piscines autres que celles réservées à l'usage personnel d'une famille ou d'usage exclusivement médical dans le département de Loire-Atlantique.*

Cyberographie

[21] *Analyse EDF de 2011 disponible sur*
www.collectivites.edf.com/fichiers/fckeditor/EDF_Guide_ANDES.pdf

Lien visité le 30 mars 2016, vérifié le 28 septembre 2016.

[22] www.cotes-darmor.pref.gouv.fr/content/download/11289/74892/file/ARS_,

Lien vérifié le 28 septembre 2016.

[23] *Dossier spécial « asthme » du 12 avril 2013, disponible sur*
http://www.has-sante.fr/portail/jcms/c_1518065/fr/asthme

Lien vérifié le 28 septembre 2016.

[24] <http://www.irdes.fr/Publications/Rapports2011/rap1820.pdf>

Lien vérifié le 28 septembre 2016.

Vu, le Président du Jury,
(tampon et signature)

Vu, le Directeur de Thèse,
(tampon et signature)

Vu, le Doyen de la Faculté,
(tampon et signature)

NOM : OUVRARD

PRENOM : Jane

Titre de Thèse :

Les piscines de la Ville de Nantes traitées au chlore : mesure dans l'air des chloramines et enquête par questionnaire auprès des maîtres-nageurs.

RESUME

INTRODUCTION : Le chlore est très largement utilisé comme produit de désinfection de l'eau des piscines. Par réaction avec les substances azotées, essentiellement apportées par les baigneurs, se forment des chloramines. La trichloramine (trichlorure d'azote) est connue pour son caractère irritant vis-à-vis des muqueuses.

METHODE : Dans cette étude, les taux de chloramines dans l'air ont été mesurés au sein des piscines publiques de la Ville de Nantes traitées au chlore. En parallèle, une évaluation de la qualité de vie au travail par questionnaires et entretiens individuels a été réalisée auprès des maîtres nageurs travaillant dans les piscines étudiées.

RESULTATS : La métrologie a concerné trois établissements dans lesquels au total treize points de mesures ont été réalisés. Aucune valeur n'a dépassé la valeur moyenne d'exposition de 0,50 mg/m³ retenue actuellement par l'INRS.

L'évaluation de la qualité de vie au travail, réalisée auprès de 32 maîtres nageurs, a permis de mettre en évidence que les plus inquiets vis-à-vis des chloramines sont aussi ceux qui déclarent la meilleure ambiance entre collègues.

CONCLUSION : Les valeurs obtenues de chloramines dans l'air doivent permettre de rassurer les professionnels exposés tout en prenant en compte les axes d'amélioration de leur qualité de vie au travail qu'ont permis de mettre en évidence les données recueillies par questionnaires. Cependant, les améliorations techniques et architecturales ayant pour but d'abaisser le taux de chloramines dans l'air doivent être poursuivies puisqu'un abaissement de la valeur moyenne d'exposition aux chloramines est, dans les années à venir, très probable.

MOTS-CLES

Chloramines- Trichloramines- Trichlorure d'azote- Piscines- Maîtres nageurs