Institut de Recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail

PhareSST

Rapports de recherche scientifique | Rapports

2011

Bruit dans cinq piscines intérieures : mesures des niveaux ambiants et de l'exposition sonore

Marc-André Gaudreau
Cégep de Drummondville

Franck Sgard
IRSST, franck.sgard@irsst.qc.ca

Hugues Nélisse
IRSST, hugues.nelisse@irsst.qc.ca

Jérôme Boutin
IRSST

Suivez ce contenu et d'autres travaux à l'adresse suivante: https://pharesst.irsst.qc.ca/rapports-scientifique

Citation recommandée

Gaudreau, M.-A., Sgard, F., Nélisse, H. et Boutin, J. (2011). *Bruit dans cinq piscines intérieures : mesures des niveaux ambiants et de l'exposition sonore* (Rapport n° R-681). IRSST.

Ce document vous est proposé en libre accès et gratuitement par PhareSST. Il a été accepté pour inclusion dans Rapports de recherche scientifique par un administrateur autorisé de PhareSST. Pour plus d'informations, veuillez contacter pharesst@irsst.qc.ca.

Bruit et vibrations

Études et recherches

RAPPORT **R-681**

Bruit dans cinq piscines intérieures

Mesures des niveaux ambiants et de l'exposition sonore

Marc-André Gaudreau
Franck Sgard
Hugues Nélisse
Jérôme Boutin

irsst

Solidement implanté au Québec depuis l980, l'Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail (IRSST) est un organisme de recherche scientifique reconnu internationalement pour la qualité de ses travaux.

NOS RECHERCHES *travaillent* pour vous !

Mission

Contribuer, par la recherche, à la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles ainsi qu'à la réadaptation des travailleurs qui en sont victimes.

Offrir les services de laboratoires et l'expertise nécessaires à l'action du réseau public de prévention en santé et en sécurité du travail.

Assurer la diffusion des connaissances, jouer un rôle de référence scientifique et d'expert.

Doté d'un conseil d'administration paritaire où siègent en nombre égal des représentants des employeurs et des travailleurs, l'IRSST est financé par la Commission de la santé et de la sécurité du travail.

Pour en savoir plus

Visitez notre site Web ! Vous y trouverez une information complète et à jour. De plus, toutes les publications éditées par l'IRSST peuvent être téléchargées gratuitement.
www.irsst.qc.ca

Pour connaître l'actualité de la recherche menée ou financée par l'IRSST, abonnez-vous gratuitement au magazine Prévention au travail, publié conjointement par l'Institut et la CSST.
Abonnement : 1-877-221-7046

Dépôt légal
Bibliothèque et Archives nationales
2011
ISBN : 978-2-89631-534-5 (PDF)
ISSN : 0820-8395

IRSST - Direction des communications
505, boul. De Maisonneuve Ouest
Montréal (Québec)
H3A 3C2
Téléphone : 514 288-1551
Télécopieur : 514 288-7636
publications@irsst.qc.ca
www.irsst.qc.ca
© Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail, février 2011

Bruit et vibrations

Études et recherches

RAPPORT **R-681**

Bruit dans cinq piscines intérieures

Mesures des niveaux ambiants et de l'exposition sonore

Marc-André Gaudreau,
Cégep de Drummondville

Franck Sgard et Hugues Nélisse,
Service de la recherche, IRSST

Jérôme Boutin,
Service soutien à la recherche et à l'expertise, IRSST

Avis de non-responsabilité

L'IRSST ne donne aucune garantie relative à l'exactitude, la fiabilité ou le caractère exhaustif de l'information contenue dans ce document. En aucun cas l'IRSST ne saurait être tenu responsable pour tout dommage corporel, moral ou matériel résultant de l'utilisation de cette information.

Notez que les contenus des documents sont protégés par les législations canadiennes applicables en matière de propriété intellectuelle.

Cliquez recherche
www.irsst.qc.ca

Cette publication est disponible en version PDF sur le site Web de l'IRSST.

Cette étude a été financée par l'IRSST. Les conclusions et recommandations sont celles des auteurs.

CONFORMÉMENT AUX POLITIQUES DE L'IRSST

Les résultats des travaux de recherche publiés dans ce document
ont fait l'objet d'une évaluation par des pairs.

SOMMAIRE

Le niveau de bruit ambiant des piscines intérieures peut être très élevé notamment lors de la présence de jeunes enfants. Si ce bruit est déplaisant pour les usagers, il peut devenir une problématique pour la santé et la sécurité des travailleurs, qu'ils soient surveillants, moniteurs ou entraîneurs.

Le travail en milieu bruyant soulève toujours le risque de perte d'audition. Mais les piscines intérieures sont des lieux où la communication est primordiale, que ce soit pour l'enseignement, pour la diffusion de consignes de sécurité, mais aussi, entre autre, pour la communication entre surveillants en cas d'accident.

La présente activité a pour but d'évaluer le niveau d'exposition au bruit des travailleurs affectés à quelques postes de travail représentatifs afin de documenter de façon préliminaire, la situation au Québec. En parallèle, afin d'avoir une idée des risques potentiels liés à la communication dans le bruit, des mesures de bruit ambiant ont été réalisées pour compléter les résultats dosimétriques obtenus.

En tout, 11 sujets, dans 5 piscines différentes ont été évalués dans leurs fonctions. Les postes évalués sont : surveillants de bain libre, surveillants de cours de natation et entraîneurs. Les résultats obtenus montrent que lorsque le niveau de bruit ambiant est élevé, ce qui a été mesuré dans 3 des 5 piscines visitées, les postes de travail nécessitant l'usage de la parole obligent les travailleurs à pousser leur voix à des niveaux dosimétrique de plus de 100 dB(A).

Bien que de portée limitée, les résultats préliminaires de cette étude permettent de mettre en lumière la problématique de SST reliée au bruit dans les piscines. En prenant conscience du problème, il sera plus facile de prioriser les efforts pour améliorer l'acoustique des piscines, réduisant ainsi la problématique pour l'audition des travailleurs, mais surtout les risques liés aux interférences du bruit sur l'écoute et la communication.

REMERCIEMENTS

Les auteurs désirent remercier l'IRSST pour son support ainsi que toutes les personnes qui ont participé à la réalisation de cette activité, particulièrement les membres du comité aquatique, constitué de représentants de l'ARAQ, la Croix-Rouge, la Société de Sauvetage du Québec ainsi que d'un représentant du plan action jeunesse de la CSST et un représentant de l'APSAM.

TABLE DES MATIÈRES

1. CONTEXTE 1

2. OBJECTIF DE L'ACTIVITÉ 5

3. MÉTHODOLOGIE 7
3.1 Choix des piscines 7
3.2 Choix des postes de travail et des sujets d'étude 7
3.3 Appareils utilisés 8
3.3.1 Dosimètre 8
3.3.2 Sonomètre 8
3.4 Protocole de mesure 8

4. ANALYSE DES RÉSULTATS 11
4.1 Piscine 1 11
4.1.1 Environnement de travail 11
4.1.2 Mesures : cours de natation et club de natation 11
4.2 Piscine 2 14
4.2.1 Environnement de travail 14
4.2.2 Première série de mesures : bain libre 14
4.2.3 Deuxième série de mesures : club de natation 15
4.3 Piscine 3 15
4.3.1 Environnement de travail 15
4.3.2 Mesures : bain libre 15
4.4 Piscine 4 16
4.4.1 Environnement de travail 16
4.4.2 Mesures : bain libre 16
4.5 Piscine 5 16
4.5.1 Environnement de travail 16
4.5.2 Mesures : bain libre 17

5. DISCUSSION 19

6. CONCLUSION 23

BIBLIOGRAPHIE 25

ANNEXE A. RÉSUMÉ DES DONNÉES 26
1. Piscines visitées 26
2. Mesures 26

ANNEXE B. DESCRIPTION DES INDICATEURS 27

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Dosimètre Larson Davis (Spark 706) utilisé pour les mesures 8
Figure 2: Sonomètres utilisés pour les mesures de bruits ambiants..... 8
Figure 3: Position du microphone – dosimètre à bruit (épaule gauche ou droite)..... 9
Figure 4: Exposition au bruit – Piscine 1, sujet 1 et 2 13

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Description des situations de mesures dosimétriques 9
Tableau 2 : Paramètres d'acquisition pour l'ajustement des dosimètres 10
Tableau 3 : Résultats de dosimétrie, piscine 1, sujet 1 et 2 12
Tableau 5 : Résultats de dosimétrie, Piscine 2, sujets 5 et 6 15
Tableau 6 : Résultats de dosimétrie, Piscine 3, sujets 7 et 8 16
Tableau 7 : Résultats de dosimétrie, Piscine 4, sujets 9 16
Tableau 8 : Résultats de dosimétrie, Piscine 5, sujets 10 et 11 17
Tableau 9 : Résumé des données dosimétriques, comparaison entre les paramètres d'échantillonnage en vigueur au Québec et en Europe 20

1. CONTEXTE

Les travailleurs des piscines publiques du Québec sont exposés à plusieurs risques, telle la présence de produits chimiques, la glissance des planchers mouillés, mais aussi, plus particulièrement pour les piscines intérieures, les niveaux de bruit potentiellement élevés du fait de la réverbération élevée des lieux et de la présence de nombreux enfants. Ainsi, depuis maintenant 5 ans, afin de mieux intervenir sur les différentes problématiques de santé et sécurité reliées au travail (SST) dans les piscines du Québec, la Société de Sauvetage du Québec et la Croix-Rouge représentant les travailleurs ainsi que l'ARAQ (Association des responsables aquatiques du Québec) représentant les gestionnaires de piscines, se sont réunis autour d'une même table, formant le Comité Aquatique, cela en collaboration avec l'APSAM (Association paritaire pour la santé et sécurité du travail, secteur « affaires municipales ») et la CSST (Commission de la santé et de la sécurité du travail du Québec), via son plan d'action jeunesse. D'ailleurs, un des buts du plan d'action jeunesse de la CSST est de développer une culture de prévention chez les jeunes. Notons que la Société de Sauvetage et la Croix-Rouge comptent plus de 18000 membres actifs, pour la grande majorité, des jeunes de 15 à 25 ans. Ce sont eux qui travaillent dans les quelques 850 piscines intérieures du Québec (publiques ou du secteur touristique), soit comme préposé à la surveillance, soit comme moniteur.

Risque de surdité dû à l'exposition au bruit

Il est reconnu que le risque premier d'une exposition à de forts niveaux est la surdité professionnelle. La surdité professionnelle est, d'ailleurs, la seconde maladie professionnelle la plus indemnisée par la CSST, avec plus de 1000 cas par année. Bien qu'aucun cas de surdité professionnelle n'ait été recensé pour les travailleurs des piscines publiques du Québec et que les études sur le sujet, toutes réalisées en dehors du Québec, soient rares (Brehier and Robe 1997; Sauvaget and Beaugerie 1997; Thibier, Varjabedian et al. 1997; Delaunay 2000), les intervenants du milieu sont unanimes pour souligner la problématique réelle du bruit dans les piscines intérieures. Les études terrains susmentionnées font état de niveaux d'exposition au bruit au-delà du niveau critique. La plus récente à ce jour est celle de Delaunay, qui présente des niveaux d'exposition de plus de 90 dB(A). La situation au Québec n'étant pas documentée, il est difficile de constater l'ampleur du problème, mais en se basant sur les résultats de ces quelques études, il parait important de clarifier la situation.

Il est à noter que la réglementation concernant l'exposition au bruit en vigueur au Québec (RSST) fixe le niveau critique au bruit à 90 dB(A), pour une durée de référence de 8 heures. De plus, le facteur bissecteur est fixé à 5 dB. En d'autres mots, un individu ne peut travailler plus de 8 heures par jour à un niveau de 90 dB(A) et plus. Le facteur bissecteur vient diviser de moitié le temps d'exposition permis pour un niveau d'exposition pour chaque augmentation du niveau d'exposition de 5 dB. La dose d'un individu se calcule en fonction du niveau d'exposition ainsi que du temps d'exposition. Il s'agit d'un pourcentage qui se cumule tout au long de la journée. Si la durée d'exposition n'est pas de 8 heures, on pourra utiliser la dose rapportée afin de normaliser les résultats d'exposition sur la période réelle d'exposition en supposant une exposition dans le champ équivalent, mais pour une durée de référence de 8 heures.

Risques liés aux interférences du bruit sur l'écoute et la communication

Outre la surdité, d'autres problématiques, plus difficilement quantifiables, entrent en jeu lorsque le niveau de bruit augmente. Ces problématiques sont liées à la difficulté de communiquer dans le bruit. Le seuil critique de 90 dB(A) sur 8 heures d'exposition est associé au risque de perte auditive, mais il n'existe pas, au Québec, de réglementation associée aux risques potentiels engendrés par la difficulté de communiquer dans le bruit.

Les problèmes reliés aux traumatismes de la voix des travailleurs (perte de la voix, développement de nodules sur les cordes vocales) restent difficiles à évaluer. D'ailleurs, bien que tous les travailleurs ou intervenants du milieu des piscines aient, de façon informelle, confirmer avoir perdu, à un moment ou à un autre, la voix lors de leur travail, la CSST ne recense aucun cas de problème vocal indemnisé pour le secteur des piscines. Certains travailleurs disent même perdre la voix à chaque fois qu'ils travaillent. La perte de voix et les autres problèmes reliés à la voix sont dus à un mauvais usage de la voix, incluant soutenir sa voix à un niveau élevé pendant une période prolongée. Il est connu et documenté (Froeschels 1940; Lane, Harlan et al. 1971) que pour se faire comprendre dans un bruit ambiant élevé, le locuteur doit hausser la voix. On parle déjà d'effort vocal lorsque le niveau de la voix dépasse les 65 dB(A). À des niveaux de bruit ambiant de 80 dB(A), il faut parler très fort et à des niveaux de bruit ambiant de 85 dB(A), il faut crier. Pour des niveaux supérieurs à cela, les individus doivent se rapprocher l'un de l'autre (Laroche, Vallet et al. 2003), la limite de voix étant atteinte pour la plupart des individus. Robinson et Casali (Robinson and Casali 2003) arrivent à la même conclusion : « Since a relatively high positive signal to noise is necessary for reliable speech communications in the presence of background noise, it should be obvious that in high noise levels (greater than about 75-80 dB), unaided speech cannot be relied upon except for short durations over short distances. ».

Le niveau sonore auquel le message est émis par rapport au niveau du bruit ambiant (rapport signal/bruit) est un critère très important pour quantifier l'intelligibilité de ce message. Pour qu'il soit compris à 100%, le rapport signal/bruit doit être doit être de 15 à 18 dB (Robinson and Casali 2003). En plus du rapport signal/bruit, la réverbération influence grandement la capacité de comprendre un message. Plus la réverbération est grande, moins le message est compréhensible. Une piscine intérieure, de par sa conception, est généralement constituée de matériaux dits réfléchissants et donc constitue un milieu très réverbérant. Les piscines intérieures étant des milieux multifonctionnels où les loisirs (bain libre) côtoient l'enseignement (cours de natation et clubs de natation), la communication est très importante, voir primordiale pour la sécurité des usagers et des travailleurs. Cependant, les piscines conjuguent les deux éléments principaux associés aux problèmes de la voix notamment lors de séances de cours à savoir la présence de nombreuses sources sonores pouvant engendrer des niveaux de bruit importants et leur grande réverbération.

Puisque dans les piscines, le niveau de bruit ambiant est principalement dû au bruit généré par chaque individu, il serait envisageable de réduire le bruit total ambiant en réduisant la réverbération de la pièce. L'effet « Lombard » (Lane, Harlan et al. 1971), concept connu qui stipule que, par l'augmentation du bruit ambiant, chaque individu doit parler plus fort pour être en mesure de se faire comprendre est très présent dans les piscines. Autrement dit, en réduisant le

temps de réverbération, on peut réduire le niveau ambiant et en réduisant le niveau ambiant, chaque individu devient moins bruyant, améliorant de ce fait, et le risque pour l'audition, et les risques potentiels liés aux interférences du bruit sur l'écoute et la communication.

Selon les intervenants du comité aquatique, les problématiques associées à la communication dans le bruit sont prioritaires mais celle associée à une exposition prolongée à des niveaux de bruit élevés constitue, fort probablement aussi un risque potentiel, autre que la surdité, pour la santé des travailleurs de piscines. Il a donc été décidé de mesurer à la fois le niveau d'exposition des travailleurs de piscines mais aussi le niveau de bruit ambiant des postes de travail afin d'avoir un premier aperçu de la situation au Québec.

Il faut rappeler qu'une activité (Mesures objectives de l'acoustique des piscines intérieures du Québec. Phase I : État de la situation et recommandations, 0099-886) avait été déposée en 2009 auprès de l'IRSST suite à la demande du Comité Aquatique. Cette demande était appuyée également par la Croix-Rouge canadienne, l'APSAM, la Société de Sauvetage et la ville de Montréal. Il s'agissait d'une part, de faire un état de la situation du bruit dans les piscines intérieures du Québec en raison des traumatismes de la voix ressentis par les travailleurs. D'autre part, la ville de Montréal étant en train de mettre en place un programme de mise à jour des piscines existantes et de construction de nouvelles, il était également prévu de fournir dans cette activité, des recommandations acoustiques pour aider les maitres d'ouvrage dans l'élaboration de leur cahier des charges notamment en ce qui concerne la qualité acoustique de ce type de local. De telles recommandations permettraient de prendre en compte l'acoustique dans le processus de conception et donc de réduire les problématiques potentielles associées au bruit (communication dans le bruit, surdité). Finalement, étant donné le manque de données de bruit pour appuyer ladite étude, la direction de l'IRSST a suggéré qu'une étude préliminaire soit effectuée afin de documenter cette problématique. C'est l'objet de ce rapport.

2. OBJECTIF DE L'ACTIVITÉ

L'objectif de cette activité est de mesurer les niveaux de bruit ambiant et les niveaux d'exposition à certains postes de travail dans les piscines intérieures du Québec. L'ampleur des travaux étant limitée à 5 piscines, il est entendu que l'activité ne vise pas à fournir un portrait complet de la situation. Par contre, il a été déterminé qu'en mesurant 5 environnements différents, il serait possible de fournir, même si incomplet, un premier état de la situation. L'activité ne vise pas à mesurer l'exposition au bruit des travailleurs, mais plutôt à permettre de déterminer les postes de travail et les situations potentiellement à risque. L'activité étant sommaire, il a été décidé qu'il serait plus profitable de mesurer des situations de travail (poste de travail) plutôt que de suivre l'exposition d'un travailleur. Ceci est particulièrement valable pour le travail dans les piscines puisque l'horaire des travailleurs ne se ressemble pas d'une journée à l'autre. Il n'est d'ailleurs pas rare qu'un même travailleur puisse agir comme sauveteur, comme moniteur de cours et même d'entraîneur de compétition à l'intérieur de la même journée. Les postes de travail, eux, se ressemblent et sont plus facilement qualifiables en fonction des résultats de mesure.

Bien que nécessaire pour une bonne compréhension du risque associé au travail en piscine, les facteurs tels que le temps de réverbération, le niveau de bruit de fond et l'horaire des travailleurs n'ont pas été pris en cause puisqu'il s'agit d'étapes qui sont prévues dans une activité subséquente. La présente activité étant une étape préliminaire de l'activité présentée en 2009 au comité scientifique (Mesures objectives de l'acoustique des piscines intérieures du Québec. Phase I : État de la situation et recommandations, 0099-886).

3. MÉTHODOLOGIE

La méthodologie de mesure se divise en quatre volets : le choix des piscines, le choix des postes de travail et des sujets d'étude, les appareils utilisés, le protocole de mesure.

3.1 Choix des piscines

Le choix des piscines a été fait en concertation avec les membres du comité aquatique. Pour des raisons fonctionnelles, les piscines ont été choisies dans la région urbaine de Montréal. Les piscines ont été sélectionnées en fonction de leur problème acoustique connu des intervenants du milieu.

3.2 Choix des postes de travail et des sujets d'étude

Comme mentionné précédemment, cette étude permet d'évaluer l'exposition au bruit de certains postes de travail en piscine. Les mesures sont interprétées en fonction des indicateurs normalement utilisés dans l'analyse des mesures dosimétriques, tels la dose, la dose projetée, le niveau d'exposition et le niveau d'exposition normalisé sur une exposition de 8 heures (voir l'annexe B pour les définitions). Pour être complètement valable, l'usage des indicateurs qui suppose une exposition au même niveau que durant la période d'échantillonnage, mais sur une période normalisée de 8 heures, doit se faire en concordance avec la réalité du travailleur. En d'autres termes, si l'on sait que le travailleur est affecté à des opérations répétitives et dont le niveau de bruit est régulier, on pourra extrapoler avec justesse son exposition pour une période de 8 heures, sans toutefois devoir échantillonner durant 8 heures (CSA 2006). Le cas des piscines est différent. Compte tenu de la portée limitée de cette étude et de la difficulté de recueillir des données fiables sur les expositions réelles des travailleurs sur 8h[1], le choix a été fait de se concentrer uniquement sur les postes de travail. Conséquemment, aucune information n'a été colligée sur l'horaire des travailleurs. Il est donc difficile de projeter une figure réelle de l'exposition au bruit du travailleur. Notons que ce n'est pas là le but de l'étude qui est plutôt de mesurer le risque associé à certains postes de travail en piscine. L'usage des indicateurs normalisés sur 8 heures présente donc un scénario qui n'est pas tout-à-fait réaliste, mais ces indicateurs seront tout de même utilisés puisqu'ils sont les seuls qui permettent de bien mettre en perspective l'ampleur de la problématique associés au bruit dans les piscines intérieures du Québec.

Les mesures dosimétriques étant très peu invasives (aucune information personnelle n'est acquise durant la mesure), aucun des travailleurs présents lors des mesures n'a refusé de participer à l'étude. Le choix des postes de travail a été déterminé lors des mesures, en fonction de la disponibilité des sujets et des activités ayant cours dans la piscine lors des mesures. Pour des raisons pratiques, il n'a pas été possible de mesurer les postes de moniteurs de cours du fait qu'ils travaillent dans l'eau.

[1] De plus, on peut également supposer qu'un travailleur en piscine peut avoir un ou plusieurs autres emplois pour lesquels il pourrait être aussi exposé à des bruits importants ce qui viendrait encore augmenter la dose.

3.3 Appareils utilisés

Pour la réalisation des mesures d'exposition au bruit, 2 types d'appareils ont été utilisés : des dosimètres et un sonomètre. Le sonomètre a été utilisé afin de mesurer le bruit ambiant et ainsi pouvoir valider les résultats obtenus par les dosimètres.

3.3.1 Dosimètre

Les dosimètres utilisés, au nombre de deux, sont de marque Larson Davis, modèle Spark 706. Il s'agit de dosimètres reconnus pour les mesures d'exposition au bruit, respectant les pré-requis de la norme (CSA 2006)-Z107.56-F06 (Méthodes de mesure de l'exposition au bruit en milieu de travail). Tel qu'illustré à la figure 1, les mesures ont été réalisées avec une bonnette anti-vent pour protéger le microphone de possibles éclaboussures d'eau.

Figure 1: Dosimètre Larson Davis (Spark 706) utilisé pour les mesures

3.3.2 Sonomètre

Un sonomètre a été utilisé lors de chacune des prises de mesure pour mesurer le bruit ambiant. Il s'agit du sonomètre de marque Larson Davis, modèle 831 ou du sonomètre de marque Bruel & Kjaer, modèle 2260. Tous deux sont des appareils de type 1.

Figure 2: Sonomètres utilisés pour les mesures de bruits ambiants

(gauche, Bruël & Kjaer 2260; droit, Larson Davis 831)

3.4 Protocole de mesure

Avant chacune des mesures, les piles de chaque dosimètre ont été vérifiées et tous les appareils ont été calibrés avant et après les mesures. Aucune différence notable n'a été relevée entre les différentes calibrations.

Le microphone des dosimètres a été accroché sur l'épaule des travailleurs, à moins de 20cm de leur oreille. Tout au long des mesures, les chercheurs ont surveillé les microphones afin de s'assurer qu'ils étaient toujours en place. Aucun repositionnement n'a été nécessaire.

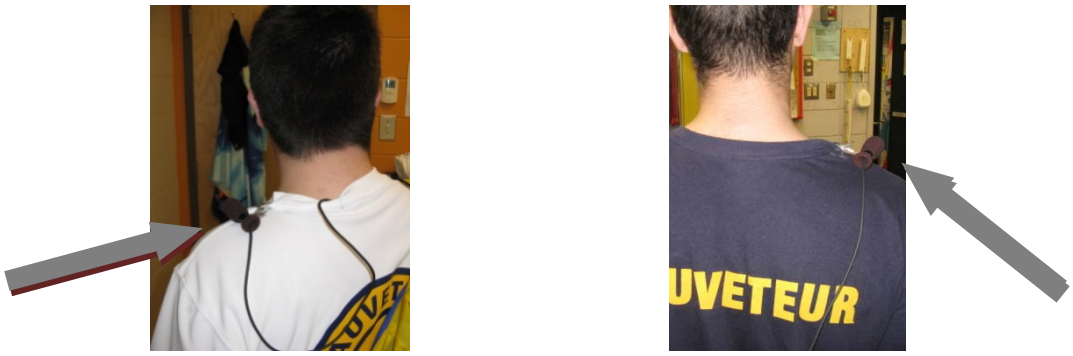

Figure 3: Position du microphone – dosimètre à bruit (épaule gauche ou droite)

La durée des mesures variait selon l'activité en vigueur lors des visites. Le tableau ci-dessous permet de visualiser l'ensemble des informations relatives aux visites (postes de travail / temps d'échantillonnage / nombre de baigneurs).

Piscine	Sujet	Poste de travail	Temps d'échantillonnage	Nombre de baigneurs (approximatif)
1	1	surveillant cours de natation	2 h 29	35 nageurs et 15 élèves
1	2	entraîneur club de natation	2 h 30	35 nageurs et 15 élèves
2	3	surveillant - bain libre	1 h 04	20 baigneurs
2	4	surveillant - bain libre	1 h 02	20 baigneurs
2	5	entraîneur club de natation	1 h 51	30 nageurs
2	6	entraîneur club de natation	1 h 52	30 nageurs
3	7	surveillant - bain libre	1 h 01	25 baigneurs
3	8	surveillant - bain libre	1 h 03	25 baigneurs
4	9	surveillant - bain libre	1 h 01	50 baigneurs
5	10	surveillant - bain libre	1 h 38	120 baigneurs
5	11	surveillant - bain libre	1 h 36	120 baigneurs

Tableau 1 : Description des situations de mesures dosimétriques

Pour l'analyse des résultats dosimétrique, les paramètres d'échantillonnage ont été choisis pour respecter la norme CSA-Z107.56-F06 et le RSST. Le tableau ci-dessous présente les paramètres d'échantillonnage requis par le règlement sur la santé et la sécurité au travail (RSST) ainsi que, à titre comparatif, ceux requis par la directive du parlement européen et du conseil de l'union européenne, concernant les prescriptions minimales en SST relatif à l'exposition au bruit (Directive 2003/10/CE).

Paramètres d'acquisition	RSST	Directive UE 2003/10/CE
Pondération continue	dB(A)	dB(A)
Pondération crête	dB(C)	dB(C)
Facteur bissecteur	5	3
seuil de mesure	85 dB(A)	80 dB(A)
seuil critique	90 dB(A)	85 dB(A)
Durée de référence	8 heures	8 heures

Tableau 2 : Paramètres d'acquisition pour l'ajustement des dosimètres

Note : les niveaux crêtes sont mesurés sans intégration et sans moyennage, la pondération C étant ajoutée par la suite pour être compatible avec les normes. Les sonomètres ont été calibrés pour mesurer des niveaux de pression équivalente pondéré A (LAeq) et les seuillages ont été ajoutés à l'analyse des résultats. La pondération temporelle lente a été utilisée tant pour les mesures dosimétriques que pour les mesures sonométriques.

4. ANALYSE DES RÉSULTATS

Pour l'analyse des résultats, une description détaillée de chaque environnement de travail et des mesures réalisées est présentée dans cette section. Un tableau résumé des mesures dosimétriques ainsi qu'un résumé des situations de travail échantillonnées sont présentés à l'annexe A. La définition des différents indicateurs utilisés pour les mesures et la présentation des résultats est fournie à l'annexe B.

Aussi, le lecteur trouvera à chaque section, pour chacune des séries de mesures, un tableau des résultats. La dernière colonne de ces tableaux donne le niveau crête maximal atteint lors des mesures. La norme RSST prévoit une limite supérieure de 140 dB(C) et on remarquera qu'en aucun cas, cette valeur n'a été atteinte. Comme les résultats obtenus dans l'ensemble des piscines sont compris entre 118 et 132 dB(C), en deçà de la limite règlementaire, aucune analyse ultérieure ne sera présentée concernant ce critère.

Pour bien comprendre les résultats qui suivent, il est utile de rappeler quelques éléments de base. Le niveau de pression équivalent (Leq,t) correspond à l'énergie sonore moyenne sur la durée t, captée par l'oreille du sujet (ici, remplacé par un microphone). Au Québec, le niveau d'exposition (Lex,t) correspond au calcul de l'exposition au bruit, utilisant, selon le RSST, à la fois, le Leq,t, et un facteur bissecteur de 5 au lieu de 3. Le niveau d'exposition normalisé 8 heures (Lex,8hr) correspond au niveau d'exposition réparti sur une période de 8 heures au lieu de la période d'exposition réelle (t), donnant un résultat moins élevé si la période d'exposition (t) est moins grande que 8 heures (ce qui est notre cas pour chaque mesure), mais supérieur si la période d'exposition (t) est plus grande que 8 heures.

4.1 Piscine 1

4.1.1 Environnement de travail

La piscine numéro 1 date de 1997. Il s'agit d'une piscine dont l'enceinte est un quart de cercle d'environ 40m de rayon et de 12m de hauteur présentant 1 seul bassin en « L » de 25m x 25m hors tout. Lors des mesures, la section peu profonde était utilisée pour donner des cours de natation à de jeunes enfants (6 à 9 ans) et la section profonde était subdivisée en 2 sections où des clubs de natation s'entraînaient (8 à 12 ans et 13 à 16 ans). Le premier dosimètre était installé sur l'entraîneur en chef des clubs de natation. Le deuxième dosimètre était porté par le sauveteur (assis sur un mirador) qui surveillait les cours de natation à l'autre bout de la piscine.

4.1.2 Mesures : cours de natation et club de natation

Le bruit ambiant de cette piscine est très constant puisque toutes les mesures (n = 3) de bruit de fond réalisées avec le sonomètre, peu importe l'endroit ou l'instant où la mesure a été faite, donnent une mesure constante d'environ 79 dB(A), à plus ou moins 1 dB. En plus des mesures réalisées avec le sonomètre, l'évaluation subjective réalisée par les chercheurs de l'étude abonde dans ce sens.

Compte tenu que l'environnement de cette piscine est très réverbérant, il aurait été attendu d'obtenir les mêmes expositions pour les 2 sujets. Par contre, les résultats obtenus sont très différents l'un de l'autre (Lex,t de 91,2 dB(A) vs 80,2 dB(A)). L'analyse des données temporelles conjointes aux notes d'observation, a montré que la calibration des deux appareils était bonne et que la différence mesurée était due au fait que le sujet 1, pour se faire comprendre de ses nageurs, devait constamment crier.

SUJET	Durée (t)	Leq,t dB(A)	Lex,t dB(A)	Lex,8hr dB(A)	Dose	Dose Projetée	niveau crête dB(C)
1	149 min	94,6	91,2	82,8	37%	118%	130,7
2	150 min	87,1	80,2	71,8	8%	26%	130,3

Tableau 3 : Résultats de dosimétrie, piscine 1, sujet 1 et 2

Le tableau 3 indique, pour le sujet 1, un niveau de pression (Leq,t) de 94,6 dB(A) équivaut à un niveau d'exposition de 91,2 dB(A) pour une période de 149 minutes. En supposant que le travailleur reste dans un environnement peu bruyant après cette période et en normalisant sur 8 heures, le niveau d'exposition (Lex,8hr) diminue à 82,2 dB(A). La dose de 37% correspond à l'exposition sur 149 minutes. Cette valeur indique que l'individu a déjà cumulé 37% de sa dose quotidienne au bout de 149 minutes. Par contre, si on suppose que le sujet demeure dans ce champ sonore durant une période prolongée de 8 heures, sa dose ne sera plus de 37%, mais plutôt de 118% (dose projetée). Tel que discuté précédemment, il s'agit d'un scénario peu probable, mais qui permet de mieux quantifier l'ampleur du champ sonore auquel est exposé ce travailleur. Avec ce scénario, on pourrait dire qu'avec une dose projetée de 118%, son exposition serait alors au-delà des normes permis et qu'une action concrète concernant sa protection auditive serait requise.

Un environnement réverbérant comme celui des piscines contribue à augmenter de façon appréciable le niveau de bruit de fond et à nuire à l'intelligibilité. Il est connu et bien documenté que pour se faire comprendre dans un bruit ambiant élevé, le locuteur doit hausser la voix. On parle déjà d'effort vocal lorsque le niveau de la voix dépasse les 65 dB(A) (Laroche, Vallet et al. 2003). Le niveau de bruit ambiant mesuré avoisinant les 80 dB(A), le locuteur doit délivrer son message à un niveau beaucoup plus élevé. A cela, il faut ajouter que le nageur, qui a la tête immergée dans l'eau, avec un casque de bain, souvent, par-dessus les oreilles, est généralement à bonne distance du locuteur. Il n'est donc pas surprenant d'obtenir un niveau d'exposition plus élevé pour l'entraîneur de natation qui doit crier afin de se faire comprendre alors que le sauveteur demeure assis sur son mirador durant toute la mesure.

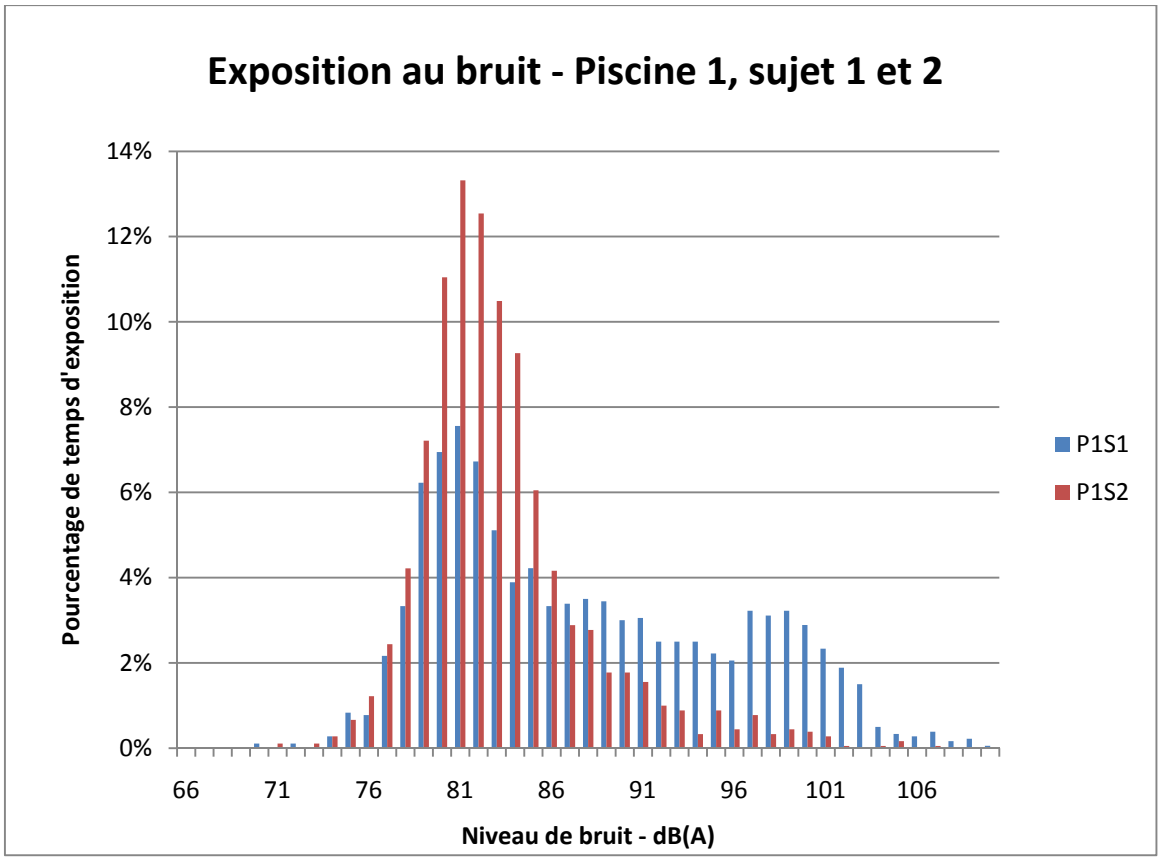

Figure 4: Exposition au bruit – Piscine 1, sujet 1 et 2

La Figure 4 nous présente la distribution des niveaux de bruit enregistrés lors de la mesure à la piscine 1. Il s'agit du pourcentage de temps d'exposition en fonction du niveau de bruit mesuré. On remarque que pour les 2 sujets, la majorité des points se retrouvent entre 76 dB(A) et 85 dB(A), ce qui cadre très bien avec les mesures ponctuelles réalisées avec le sonomètre. Par contre, on remarque aussi que la distribution du sujet 1 (en bleu) présente une seconde concentration de points importante, entre 95 et 103 dB(A). La différence entre les 2 zones de concentration de points est d'environ 15 à 20 dB. Cet écart de niveau est dû à la présence de la voix du sujet 1. En clair, cela indique que l'entraîneur, pour se faire comprendre de ses nageurs, doit pousser sa voix à des niveaux aussi élevés que 95 à 100 dB(A). Il est à noter que cette mesure est effectuée sur le microphone situé sur l'épaule de l'entraîneur. Il ne faut donc pas prendre le niveau mesuré autour de 100 dB(A) comme étant le niveau du signal reçu par les nageurs, mais il est possible de déduire de cette mesure que le niveau d'effort vocal requis pour élever la voix à ces niveaux se situe dans la zone d'effort maximal.

4.2 Piscine 2

4.2.1 Environnement de travail

La piscine 2 a été inaugurée en 1932. Elle est la plus petite piscine échantillonnée avec des dimensions de 12m x 25m par 7m de hauteur. Elle possède un seul bassin de 20m x 8m.

Deux séries de mesure ont été réalisées avec les 2 dosimètres (total = 4 sujets). Les 2 premiers sujets (sujets 3 et 4) sont des sauveteurs qui surveillent un bain libre avec, malheureusement, peu d'affluence. Les 2 autres sujets (sujets 5 et 6) sont des entraîneurs du club de natation local.

4.2.2 Première série de mesures : bain libre

La ventilation est très bruyante et domine le bruit de fond à 72dB(A) durant le bain libre. Les mesures ont été effectuées dans un contexte où les baigneurs n'arrivaient pas à masquer le bruit de la ventilation, tellement ils étaient peu nombreux et calmes. Bien que le bruit ambiant fût relativement bas, il reste que le bruit de ventilation peut représenter une nuisance pour la concentration des travailleurs.

SUJET	Durée (t)	Leq,t dB(A)	Lex,t dB(A)	Lex,8hr dB(A)	Dose	Dose Projetée	niveau crête dB(C)
3	64 min	76,8	46,4	31,9	0%	0%	125,1
4	62 min	75,3	44,3	29,7	0%	0%	122,0

Tableau 4 : Résultats de dosimétrie, Piscine 2, sujets 3 et 4

Le bruit ambiant étant très bas, environ 72 dB(A), la dose des 2 sujets de cette série de mesure est de 0%.

4.2.3 Deuxième série de mesures : club de natation

De très calme, la situation de travail est passée à très bruyante. Avec à peine 30 nageurs, le niveau de bruit ambiant est devenu assourdissant. Assis dans les gradins, le sonomètre a mesuré, sur un temps de 48 secondes avec une intégration exponentielle et une détection lente, un niveau Leq de 92,4 dB(A).

SUJET	Durée (t)	Leq,t dB(A)	Lex,t dB(A)	Lex,8hr dB(A)	Dose	Dose Projetée	niveau crête dB(C)
5	111 min	94,7	92,2	81,6	31%	135%	131,0
6	112 min	96,5	93,5	83,0	38%	162%	129,0

Tableau 5 : Résultats de dosimétrie, Piscine 2, sujets 5 et 6

Tel que discuté précédemment (section 1), dans un milieu bruyant et réverbérant, le rapport signal/bruit doit être de plus de 15 dB(A) pour que le message ne soit compris, et compte tenu que le bruit ambiant s'élève à plus de 85 dB(A), niveau de bruit considéré comme extrême afin de communiquer, on peut supposer que les entraîneurs devraient hausser la voix à plus de 100 dB(A) pour être compris et cela en champ libre, à 1m (Lazarus 1990). Bien que les mesures aient été réalisées à moins de 1 mètre (sur l'épaule des locuteurs, près de leur bouche), avec plus de 10% de leur temps d'exposition à 100 dB(A) ou plus, il y a là, matière à réflexion. Notons que le niveau d'exposition (Lex,t) des travailleurs est très élevé avec des valeurs de 92,2 et de 93,5 dB(A).

4.3 Piscine 3

4.3.1 Environnement de travail

La piscine 3 est une construction récente (2001) où l'acoustique n'a pas, selon les responsables de la piscine, été prise en compte. Il y a 2 bassins à l'intérieur de l'enceinte, une piscine semi-olympique et un bassin pour enfants avec jeux d'eau. L'enceinte a une hauteur de 14m et fait environ 35m x 20m avec une extension pour la pataugeoire de 15m x 15m.

Pour les mesures, 2 dosimètres ont été installés sur des sauveteurs (sujets 7 et 8). Peu de baigneurs se sont présentés et les jeux d'eau ont été la source dominante de bruit, tout au long des mesures.

4.3.2 Mesures : bain libre

Lors des mesures, il y avait dans la piscine environ 20 nageurs dans la piscine et environ 15 enfants et parents dans la pataugeoire. Lorsque les jeux d'eau sont en action, le bruit de fond s'élève à 78 dB(A).

Il n'y a aucune surprise lors de ces mesures, le nombre de baigneur étant très faible par rapport à la capacité et au volume de l'enceinte. Le niveau de bruit ambiant est

élevé (78 dB(A)) et est principalement dû aux jeux d'eau et à la ventilation. À pleine capacité, les travailleurs présents ont précisé que le niveau de bruit devenait assourdissant.

SUJET	Durée (t)	Leq,t dB(A)	Lex,t dB(A)	Lex,8hr dB(A)	Dose	Dose Projetée	niveau crête dB(C)
7	61 min	77,8	58,1	43,3	0%	1%	119,9
8	63 min	82,5	66,3	51,6	0%	4%	121,1

Tableau 6 : Résultats de dosimétrie, Piscine 3, sujets 7 et 8

4.4 Piscine 4

4.4.1 Environnement de travail

La piscine 4 ressemble à la piscine 3 et semble avoir la même problématique d'acoustique, même si sa construction ne date que de 3 ans. Le complexe est aussi constitué de 2 bassins, mais le volume de l'enceinte est beaucoup plus grand (environ 24000 mètres cubes).

Une seule mesure dosimétrique a été réalisée à cette piscine et le sujet est un sauveteur (sujet 9) qui surveillait, en rotation, les 2 bassins. En plus des jeux d'eau qui sont bruyants, le bruit de la ventilation était particulièrement présent en bruit de fond (environ 80 dB(A)).

4.4.2 Mesures : bain libre

La situation est la même pour cette piscine que pour la piscine 3. Lors de la prise de mesures, il y avait très peu de baigneurs et les sources de bruits mécaniques dominaient le bruit ambiant. Les travailleurs présents ont fait le même commentaire sur le bruit assourdissant produit par une piscine à pleine capacité.

SUJET	Durée (t)	Leq,t dB(A)	Lex,t dB(A)	Lex,8hr dB(A)	Dose	Dose Projetée	niveau crête dB(C)
9	61 min	80,8	65,2	50,4	0%	3%	129,5

Tableau 7 : Résultats de dosimétrie, Piscine 4, sujets 9

4.5 Piscine 5

4.5.1 Environnement de travail

La piscine 5 date de 1990 et ne possède qu'un bassin. Il s'agit d'une enceinte rectangulaire de 18m x 35m avec une hauteur d'environ 10m.

Les mesures ont été réalisées sur 2 sauveteurs (sujets 10 et 11) qui surveillaient un bain libre. Le nombre de baigneurs est passé de 50 à l'ouverture (13h00) à 60 vers 13h30. À 13h45, il y avait 120 baigneurs. Le nombre de baigneur a diminué vers les 14h30.

4.5.2 Mesures : bain libre

Il s'agit, de loin, du bain libre le plus bruyant mesuré lors de la collecte. Avec 120 baigneurs, il s'agit aussi du bain avec le plus de baigneurs. Les niveaux de pression mesurés (Leq,t) par les 2 systèmes de mesure dosimétrique dépassent 90 dB(A). Le niveau d'exposition (Lex,t), qui est fonction du Leq,t mais aussi du facteur de bissection, tombe sous la barre des 90 dB(A) pour le sujet 10 mais atteint 93 dB(A) pour le sujet 11.

Lors des mesures, lorsque la piscine était à son comble (environ 120 baigneurs), une mesure du bruit ambiant a été réalisée tout autour de la piscine. Trois enregistrements de 30 secondes ont suffit à compléter le tour de la piscine. Avec des Leq de 88.8, 87.6 et 87.7 dB(A) sur les trois enregistrements de 30 secondes, on constate que le bruit ambiant est très élevé et que le champ sonore, à l'intérieur de l'enceinte, est très diffus.

Les 2 enregistrements dosimétriques nous montrent que pendant 45% de la durée de mesure, les travailleurs ont été exposés à des niveaux de bruit entre 87 et 90 dB(A) et pendant 25% du temps d'exposition à des niveaux de bruit au dessus de 90 dB(A).

SUJET	Durée (t)	Leq,t dB(A)	Lex,t dB(A)	Lex,8hr dB(A)	Dose	Dose Projetée	niveau crête dB(C)
10	98 min	92,5	89,3	77,9	19%	91%	125,2
11	96 min	97,9	93,0	81,5	31%	152%	132,0

Tableau 8 : Résultats de dosimétrie, Piscine 5, sujets 10 et 11

5. DISCUSSION

D'un point de vue SST (voire ici pertes auditives), on constate qu'aucun des sujets échantillonnés ne présente de dose supérieure à 100%. Par contre, il est important de clarifier une chose importante concernant les travailleurs échantillonnés quant à la présente activité. Rappelons que le but de l'activité n'était pas de mesurer le risque relié à l'exposition au bruit de tel ou tel travailleur, mais bien de mesurer des postes de travail afin d'évaluer le risque qui leur est associé. La portée de l'activité étant très limitée, il aurait été difficile de fournir une photographie représentative du risque associé au travail dans les piscines intérieures. En se concentrant sur certains postes de travail, les résultats obtenus, permettent de tirer des conclusions plus pertinentes. Cela implique aussi que l'échantillonnage ne concernait qu'une partie de la journée de travail des sujets d'étude. Étant donné que le travailleur n'était pas suivi durant toute sa journée de travail, la dose n'est, selon nous, pas un bon indicateur pour cette activité et seule la dose projetée représente vraiment un estimé de l'exposition au bruit pour un poste de travail, en supposant que le travailleur y travaille 8 heures de façon continue.

Si on utilise l'indicateur de la dose projetée (voir tableau résumé à l'annexe A), 5 postes de travail sur 11 présentent des pourcentages supérieurs à 100. Les postes de travail bruyants sont ceux d'entraîneur, mais aussi de sauveteur. Puisque la mesure d'exposition des travailleurs ne se fait pas sur un quart de travail, il ne faudrait pas conclure directement aux risques courus par ces entraîneurs ou ces sauveteurs. Bien qu'à priori les mesures soient très élevées, le temps réel de travail de ces individus n'est présentement pas connu, mais n'est généralement pas très long (quelques heures par jours). Pour mieux évaluer le risque des travailleurs, il faudrait pousser les mesures dosimétriques sur des individus ciblés et étendre les mesures sur une période plus représentative (exemple, mesurer sur une semaine complète de travail).

Les résultats obtenus semblent cohérents avec ceux obtenus dans les études françaises. Aussi, pour mieux comparer les résultats obtenus avec la littérature trouvée sur le sujet (provenant principalement d'Europe), le tableau ci-dessous présente un comparatif entre les valeurs d'exposition au bruit en fonction des normes en application au Québec et les résultats obtenus en fonction des paramètres d'échantillonnage exigés par la directive du parlement européen (directive 2003/10/EU).

SUJET	Paramètres RSST		Paramètres UE	
	Lex,t dB(A) q = 5 dB	Dose Projetée S.C. = 90 dB(A)	$Lex,t_{(UE)}$ dB(A) q = 3 dB	Dose $Projetée_{(UE)}$ S.C. = 85 dB(A)
1	91,2	118%	94,6	913%
2	80,2	26%	87,0	159%
3	46,4	0%	72,6	6%
4	44,3	0%	69,1	3%
5	92,2	135%	94,7	935%
6	93,5	162%	96,5	1426%
7	58,1	1%	73,2	7%
8	66,3	4%	79,7	30%
9	65,2	3%	79,7	29%
10	89,3	91%	92,6	573%
11	93,0	152%	98,0	1997%

Tableau 9 : Résumé des données dosimétriques, comparaison entre les paramètres d'échantillonnage en vigueur au Québec et en Europe

Si la dose projetée calculée sur la base des règles en vigueur au Québec est élevée, les chiffres obtenus en utilisant les règles européennes sont encore beaucoup plus dramatiques. Les résultats obtenus sont beaucoup plus élevés que pour l'étude de Delaunay (Delaunay 2000) qui avait mesuré l'exposition des sujets sur une période de travail d'une semaine. Les résultats montraient un $Lex,8_{(UE)}$ de plus de 90 dB(A). Par contre, il est évident que si le but de l'étude avait été de mesurer l'exposition du travailleur et non d'un poste de travail, la mesure aurait inclus des périodes de calme et la dose rapportée n'aurait pas montré des valeurs allant jusqu'à plus de $600\%_{(UE)}$ comme c'est le cas présentement. Cela nous aurait rapproché des résultats de l'autre étude.

Parallèlement aux mesures dosimétriques, plusieurs mesures de niveau de bruit ambiant ont été réalisées avec un sonomètre. Dans les 3 piscines (1,2,5) où les niveaux d'exposition mesurés ont été les plus élevés, il a été remarqué que les mesures réalisées à différents moments et à différents endroits dans la piscine donnaient sensiblement les mêmes valeurs. Ces mesures laissent penser à un champ sonore complètement diffus, signe d'un milieu très réverbérant. Malheureusement, les mesures pour estimer la durée de réverbération sont plus complexes qu'une simple mesure au sonomètre. Il nous apparait donc pertinent, d'explorer cette avenue car la réverbération trop élevée est une entrave à la communication dans le bruit.

Tel que discuté à la section 1, les forts niveaux acoustiques présents dans les piscines intérieures poussent les personnes qui souhaitent communiquer à être plus bruyant individuellement (effet Lombard). Avec des niveaux ambiants mesurés de plus de 92 dB(A), communiquer devient assurément un problème. S'il était possible d'améliorer la qualité acoustique des piscines intérieures, le niveau de bruit diminuerait, non seulement grâce à la réduction de la réverbération, mais aussi grâce à celle du niveau sonore généré par chaque personne à l'intérieur de l'enceinte.

En somme, afin d'améliorer la qualité de travail dans les piscines intérieures et de rendre ces environnements plus sécuritaires, la priorité devrait être de réduire le niveau de bruit ambiant.

6. CONCLUSION

Le but principal de cette activité préliminaire était de mieux documenter la problématique du bruit dans les piscines intérieures du Québec. Il s'agissait en particulier d'évaluer les risques de pertes auditives mais surtout d'apporter un éclairage additionnel sur les risques associés aux interférences du bruit sur l'écoute et la communication. Pour ce faire, des mesures d'exposition sonore et de bruit ambiant à certains postes de travail ont été effectuées dans cinq piscines. Les postes de travail qui ont été échantillonnés sont : surveillant de bain libre, surveillant de cours de natation et entraîneur de club de natation.

En ce qui concerne la problématique des pertes auditives, sur les 11 postes de travail évalués, 5 présentent des niveaux d'exposition au dessus du seuil critique de 90 dB(A), mais pour des périodes d'échantillonnage variant entre 60 et 150 minutes. Les nombreux résultats de dose projetée très élevés nous permettent de réaliser à quel point la problématique de bruit dans les piscines intérieures est cruciale et répandue. Notons au passage qu'avec une utilisation d'un facteur de bissection q=3, facteur étant reconnu dans la communauté scientifique comme plus approprié pour quantifier les problèmes de surdité que q=5, la situation serait encore plus problématique. Les résultats montrent que le poste de travail le plus à risque est celui d'entraîneur de natation.

En ce qui concerne les problèmes de communication dans le bruit, les mesures obtenues dans la piscine 1, avec un sujet silencieux (sauveteur) et un sujet qui devait crier (entraîneur) nous démontre clairement l'effort vocal requis pour être capable d'être compris dans un environnement bruyant comme les piscines intérieures. À ces niveaux (95 à 100 dB(A)), la surdité n'apparaît pas être le seul risque pour la santé des travailleurs. Les troubles reliés à la perte de voix sont manifestement présents même si aucune étude scientifique ne fournit de chiffres à ce sujet. L'intelligibilité d'un message dans ces environnements et conditions acoustiques est pratiquement nulle, ce qui augmente les risques d'erreurs de communication entre travailleurs, erreurs pouvant mettre en jeu la sécurité des travailleurs et des baigneurs.

Les conclusions de ce travail préliminaire confirment le ressenti des travailleurs ainsi que les préoccupations du comité aquatique qui ont été le point de départ de cette recherche. En outre, l'analyse des résultats obtenus révèle le besoin de mettre en place des solutions acoustiques pour améliorer l'acoustique des piscines existantes et de celles qui seront construites dans le futur. La situation est d'autant plus urgente que plusieurs projets de nouvelles piscines sont en branle pour répondre aux nouvelles concentrations de population (banlieues de Montréal), mais aussi parce que plusieurs piscines sont vétustes et vont être, dans les prochaines années, mises à niveau. Une amélioration de l'acoustique permettra de réduire le niveau de bruit ambiant. Par conséquent, à la fois l'exposition au bruit sera réduite et la communication sera améliorée, diminuant de ce fait les risques de surdité, d'accidents ainsi que les problèmes liés aux traumatismes de la voix.

Rappelons que la présente activité est un préliminaire à une activité principale plus détaillée intitulée « Mesures objectives de l'acoustique des piscines intérieures du Québec. Phase I : État de la situation et recommandations, 0099-886) ». Plus spécifiquement, cette activité principale visera à caractériser la qualité de l'acoustique des piscines dans le but de réduire les risques dus à la difficulté de communiquer dans le bruit. Elle permettra de fournir un état plus exhaustif de la

situation acoustique des piscines intérieures du Québec, d'un point de vue SST et de définir les valeurs cibles associées à une bonne acoustique pour les piscines intérieures de façon à aider les maîtres d'ouvrage des travaux à venir dans la spécification des traitements acoustiques appropriés. Notons qu'outre les problèmes potentiels de surdité et de communication dans le bruit, d'autres problèmes associés au bruit sont connus pour avoir des effets sur la santé (effets sur le sommeil, sur la concentration, etc.). Ces autres problèmes mériteraient aussi plus d'approfondissement, mais les recherches futures proposées se limiteront à des mesures acoustiques objectives.

BIBLIOGRAPHIE

Directive 2003/10/CE du Parlement Européen et du Conseil du 6 février 2003 concernant les prescriptions minimales de sécurité relatives à l'exposition des travailleurs aux risques dus aux agents physiques (bruit). Journal officiel des Communautés Européennes du 15 février 2003 no L 42/38-44.

Brehier, M. and V. Robe (1997). "Contribution à l'étude des ambiances de travail des maitres nageurs sauveteurs." CAMIP **3**: 301-310.

CSA (2006). Méthodes de mesure de l'exposition au bruit en milieu de travail. Association canadienne de normalisation. Mississauga (Ont.). **Z107.56-06**.

Delaunay, N. (2000). "Évaluation de l'exposition au bruit en période scolaire chez un maître-nageur en piscine couverte." Association interentreprises de Médecine du Travail du Bas-Rhin.

Froeschels, E. (1940). "Laws in the appearance and the development of voice hyperfunctions." J. Speech Dis. **5:**: 1-4.

Lane, Harlan, et al. (1971). "The Lombard Sign and the Role of Hearing in Speech." J Speech Hear Res **14 :**: 677-709.

Laroche, C., M. Vallet, et al. (2003). Bruit. Environnement et santé publique – Fondements pratiques. G. Gérin, Cordier, Viau, Quénel, Dewailly**:** 479-497.

Lazarus, H. (1990). "New methods for describing and assessing direct speech communication under disturbing conditions." Environment International **Vol. 16**(issue 4-6): 373-392.

Robinson, G. S. and J. G. Casali (2003). Speech Communications and Signal Detection in Noise. Noise Manual, 5th edition. L. H. R. E.H. Berger, D.P. Driscoll and M. Layne, AIHA.

RSST- Loi sur la santé et la sécurité du travail, L. R. Q., c. S-2.1. Règlement sur la santé et la sécurité au travail, r.19.01, SECTION XV : BRUIT.

Sauvaget, P. and F. Beaugerie (1997). "Evaluation de l'exposition au bruit chez les maîtres nageurs sauveteurs en piscines couvertes." Archives des Maladies Professionnelles et de l'Environnement **58**(7): 626-633.

Thibier, E., E. Varjabedian, et al. (1997). Concept de réhabilitation acoustique des piscines tournesol

ANNEXE A. RÉSUMÉ DES DONNÉES

La section suivant présente des tableaux résumés des situations de travail évaluées ainsi qu'un résumé des mesures dosimétriques

1. Piscines visitées

Piscine	Nombre de bassins	Nombre de sujets	volume (m^2)	Nombre max baigneurs	Année de construction	Type de mesures
#1	1	2	14700	234	1997	Cours de natation et club de natation
#2	1	4	2100	126	1932	Bain libre et club de natation
#3	2	2	11528	327	2001	Bain libre
#4	2	1	24375	400	2008	Bain libre
#5	1	2	6300	184	1990	Bain libre

Tableau A-1 : Résumé des données sur les piscines visitées et les situations de travail mesurées

2. Mesures

PISCINE	SUJET	activité	poste de travail	Leq,t	Lex,t	Lex,8hr	Dose	Dose Projetée	niveau crête
1	1	Entraînement et cours	surveillant	94,6	91,2	82,8	37%	118%	130,7
1	2	Entraînement et cours	entraîneur	87,1	80,2	71,8	8%	26%	130,3
2	3	bain libre	surveillant	76,8	46,4	31,9	0%	0%	125,1
2	4	bain libre	surveillant	75,3	44,3	29,7	0%	0%	122,0
2	5	Entraînement	entraîneur	94,7	92,2	81,6	31%	135%	131,0
2	6	Entraînement	entraîneur	96,5	93,5	83,0	38%	162%	129,0
3	7	bain libre	surveillant	77,8	58,1	43,3	0%	1%	119,9
3	8	bain libre	surveillant	82,5	66,3	51,6	0%	4%	121,1
4	9	bain libre	surveillant	80,8	65,2	50,4	0%	3%	129,5
5	10	bain libre	surveillant	92,5	89,3	77,9	19%	91%	125,2
5	11	bain libre	surveillant	97,9	93,0	81,5	31%	152%	132,0

Tableau A-1 : Résumé des données dosimétriques

ANNEXE B. DESCRIPTION DES INDICATEURS

L'exposition au bruit se décrit avec l'aide de plusieurs indicateurs :

1. Seuil de mesure

Le niveau seuil est le niveau au-dessous duquel les lectures de niveau sonore du dosimètre ne s'accumulent pas. Dans le RSST, le seuil de mesure est fixé à 85 dB(A).

2. Pondérations A et C

Pour les bruits en continu, la pondération utilisée est la pondération A et pour les mesures de crête, la pondération C.

3. Seuil critique

Niveau sonore constant, pondéré A, qui, s'il persiste pendant la durée de référence, ne doit pas être dépassé pour respecter les normes de protection des travailleurs. Dans le RSST, le seuil critique est fixé à 90 dB(A).

4. Durée de référence

Durée, en heures, utilisée comme base de mesure pour le calcul de l'exposition au bruit. Dans le RSST, la durée de référence est 8 heures

5. q – Facteur bissecteur

Le facteur bissecteur est utilisé pour calculer l'exposition au bruit. D'un point de vu énergétique, si on double le temps d'exposition, le niveau d'exposition au bruit devrait augmenter de 3 dB. Par contre, les normes en vigueur fixe le facteur bissecteur à 5 dB. En conséquent, 4 heures d'exposition à un niveau de pression de 95 dB(A) équivaudra à un niveau d'exposition équivalent (Lex,8) de 90 dB(A).

6. Leq,t – niveau de pression équivalent

Le niveau de pression acoustique équivalent est identique au niveau sonore du bruit constant ayant la même énergie acoustique pondérée A totale, sur la même période de temps.

$$Leq,t = 10log_{10}\left(\frac{1}{t}\int_{t1}^{t2}\frac{P^2(t)}{{P_0}^2}dt\right) = \left(\frac{1}{t}\int_{t1}^{t2}10^{LA(t)/10}dt\right)\ dB$$

où $t = t_2 - t_1$

où LA(t) est le niveau de pression acoustique pondéré A instantané mesuré avec un sonomètre.

7. Leq,8 – niveau de pression équivalent normalisé 8 heures

Le niveau de pression équivalent normalisé 8 heures représente le niveau sonore de bruit constant ayant la même énergie acoustique pondérée A totale, sur une période normalisée de 8 heures.

$$Leq,8 = \ Leq,t + 10\ log_{10}(T/8)$$

8. Lex,t – niveau d'exposition au bruit

Le niveau d'exposition au bruit (Lex,t) est comparable au niveau de pression équivalent (Leq,t), mais il tient en compte, de l'effet du bruit sur l'audition du travailleur selon la norme en vigueur. Pour son calcul, on doit utiliser le facteur bissecteur (3 ou 5). Le facteur bissecteur est 5 dans le RSST.

$$Lex,t = q\ log_{10}\left(\frac{1}{t}\int_{t1}^{t2} 10^{(LAS(t)/q)}dt\right)\ dB$$

où $q = \frac{5}{log_{10}(2)}$, dans le RSST

Dans l'équation précédente, LAS(t) est le niveau de pression acoustique pondéré A instantané mesuré avec un sonomètre utilisant un moyennage exponentiel lent.

9. Lex,8 – niveau d'exposition au bruit normalisé 8 heures

Le niveau d'exposition au bruit normalisé 8 heures est l'indicateur utilisé pour estimer la perte auditive induite par le bruit. Il s'agit du Lex,t, normalisé sur un temps d'exposition de 8 heures. Si le temps d'exposition est de moins de 8 heures, le Lex,8 sera nécessairement plus bas que le Lex,t.

$$Lex,8 = \ Lex,t + q\ log_{10}(T/8)$$

10. Dose

La dose est une mesure de l'exposition au bruit exprimée en pourcentage. L'exposition à un niveau sonore égal à 90dB(A) pendant une durée de 8h produit une dose de 100%. La dose est évaluée sur la durée d'exposition t.

$$DOSE = 100 * \frac{t}{8} 10^{[(Lex,t-90)/q]}$$

11. Dose projetée

La dose projetée est une mesure de l'exposition au bruit, au même niveau d'exposition que le Lex,t, mais pour une durée étendue à 8 heures.

$$DOSE\ PROJETÉE = 100 * 10^{[(Lex,t-90)/q]}$$