VARIATIONS SAISONNIÈRES DES BIOAÉROSOLS VIRAUX DANS LES CENTRES DE TRAITEMENT DES EAUX USÉES

M. Veillette[1], R. Maal-Bared[2] et C. Duchaine[3]

[1]Institut Universitaire de Cardiologie et de Pneumologie de Québec-Université Laval, G1V 3G5, Québec, Canada
[2]EPCOR, T5J 3Y3, Edmonton, Canada
[3]Département de Biochimie, Microbiologie et Bioinformatique, Université Laval, G1V 0A6, Québec, Canada
*Courriel de l'orateur : marc.veillette@criucpq.ulaval.ca

TITLE

Bioaerosols seasonal variations in Indoor Wastewater Treatment Plants

RESUME

Les bioaérosols générés par le traitement des eaux usées peuvent contenir de grandes quantités de microorganismes et ainsi mener à une exposition chez les travailleurs, particulièrement lorsque les étapes de traitement sont réalisées à l'intérieur. Certains virus retrouvés dans cet environnement pourraient représenter un risque pour la santé des travailleurs et être responsables de symptômes d'ordre respiratoire ou gastroentérique. Un suivi saisonnier des concentrations de marqueurs bactériens et de virus mené dans deux centres de traitement des eaux usées a permis de décrire la présence d'une multitude de virus pathogènes dans l'air ambiant ainsi que leur corrélation avec des marqueurs bactériens.

ABSTRACT

Indoor wastewater treatment could lead to emission of bioaerosols loaded with bacteria and viruses coming from the effluent. Some of the virus known to be present in wastewater could lead to respiratory and gastrointestinal symptoms in workers. We describe seasonal concentration of biological markers and viruses in two treatment plants. Many pathogenic viruses were detected in the air in the working environment in theses installations as well their correlation with bacterial markers.

MOTS-CLÉS : eaux usées, virus, bioaérosols / **KEYWORDS:** wastewater, virus, bioaerosols

1. INTRODUCTION

Le traitement des eaux usées implique la manipulation d'un gigantesque réservoir contenant diverses communautés microbiennes (Shu, 2015). Lors des différentes étapes du traitement et de la manutention de l'eau, des bioaérosols peuvent être générés en quantité importante (Sanchez-Monedero, 2008). Il fut démontré qu'il est possible de retrouver des bioaérosols contenant des moisissures, des bactéries, des virus et qu'il est aussi possible de retrouver un large éventail de gènes de résistance aux antibiotiques (Brisebois, 2018; Li, 2016). En raison du climat canadien, les ouvrages récents ont été élaborés de manière à confiner les différentes étapes du traitement de l'eau usée à l'intérieur afin d'avoir un meilleur contrôle le procédé et une meilleure gestion des émanations. Le terme 'syndrome de l'égoutier' fut utilisé pour la première fois en 1973 afin de décrire une occurrence plus élevée de certains symptômes chez la population de travailleurs oeuvrant dans ce secteur d'activité (Rylander, 1976; Van Hooste, 2010). Plusieurs de ces symptômes sont associés à des infections causées par des virus connus pour être présents dans l'effluent traité, en particulier, norovirus, rotavirus, adénovirus, rhinovirus et entérovirus (Pouillot, 2015; Qiu, 2015). En dépit de la présence élevée de ces virus dans l'eau traitée, peu d'études ont dressé un portrait exhaustif de la présence d'aérosols viraux dans des centres de traitement des eaux usées intérieurs et sur l'aspect saisonnier. Quelques-uns de ces virus sont reconnus pour être en mesure d'être transmis par la route aérosol alors que d'autres peuvent infecter par la route des fomites (Bonifait, 2015; Tseng, 2010).

Afin de dresser un portrait de la présence de différents virus pathogènes dans les centres de traitement des eaux usées, nous avons réalisé un suivi longitudinal pendant une année dans des installations canadiennes. En plus des virus, différents marqueurs utilisés afin de monitorer la qualité de l'air dans ces établissements furent mesurés (16S bactéries totales, bactéries cultivables, endotoxines). L'objectif principal de cette étude était d'établir les concentrations de virus dans l'air et d'étudier la corrélation avec les autres marqueurs biologiques.

2. MÉTHODOLOGIE

Brièvement, des mesures saisonnières furent effectuées dans deux centres de traitement des eaux usées. Pour chaque site à l'étude, les bioaérosols furent ainsi mesurés à chaque saison (printemps, été, automne et

DOI : 10.25576/ASFERA-CFA2022-27932 Cet article est publié sous la seule responsabilité de ses auteurs

hiver) et ce pendant 3 jours/saison. Les bactéries cultivables étaient prélevées à l'aide d'un impacteur SAS Isolator Duo sur gélose TSA. Les décomptes étaient effectués après une incubation de 48h à 30°C. Des échantillons d'air destinés aux analyses moléculaires étaient prélevés à un débit de 300L/min à l'aide d'un échantillonneur SASS3100 muni d'un filtre électret (30m³ d'air). Suite aux prélèvements, les échantillons étaient élués, les acides nucléiques purifiés (ADN et ARN) et la quantification des microorganismes à l'étude étaient réalisée par qPCR. Les endotoxines furent mesurées grâce au test de LAL.

3. RÉSULTATS/DISCUSSION

La quantification des bactéries totales montrée à la Figure 1 illustre que les concentrations dans l'air ambiant observées dans les centres de traitement des eaux usées varient peu selon les différentes saisons, mais qu'un écart important est présent entre les deux établissements. Ceci se traduit par une augmentation de la quantité d'endotoxine observable. En effet, dans l'établissement #2, quelle que soit la saison, les concentrations d'endotoxines dépassent à l'occasion les valeurs limites recommandées (90EU/m³).

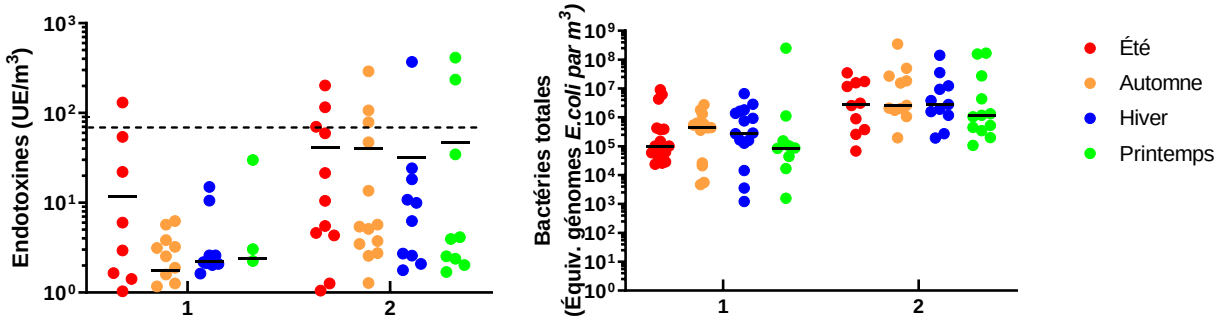

Figure 1: Concentrations d'endotoxines et de bactéries totales estimées par qPCR (éq. 16s *E.coli*) mesurées dans les deux établissements à l'étude en fonction des différentes saisons

En raison de leur présence dans l'effluent traité, en plus de virus tels Influenza et Herpes qui furent retrouvés à l'occasion, plusieurs virus associés à des symptômes respiratoires ou entériques furent retrouvés de manière plus fréquente. C'est le cas d'adénovirus, entérovirus, rhinovirus et rotavirus. Concernant ces derniers, la Figure 2 illustre qu'alors que les concentrations d'adénovirus semblent suivre la même tendance que les endotoxines, les concentrations de rotavirus et d'entérovirus semblent plutôt avoir un profil différent selon les saisons. Les concentrations d'adénovirus sont relativement constantes sans égard à la saison et à l'établissement visité.

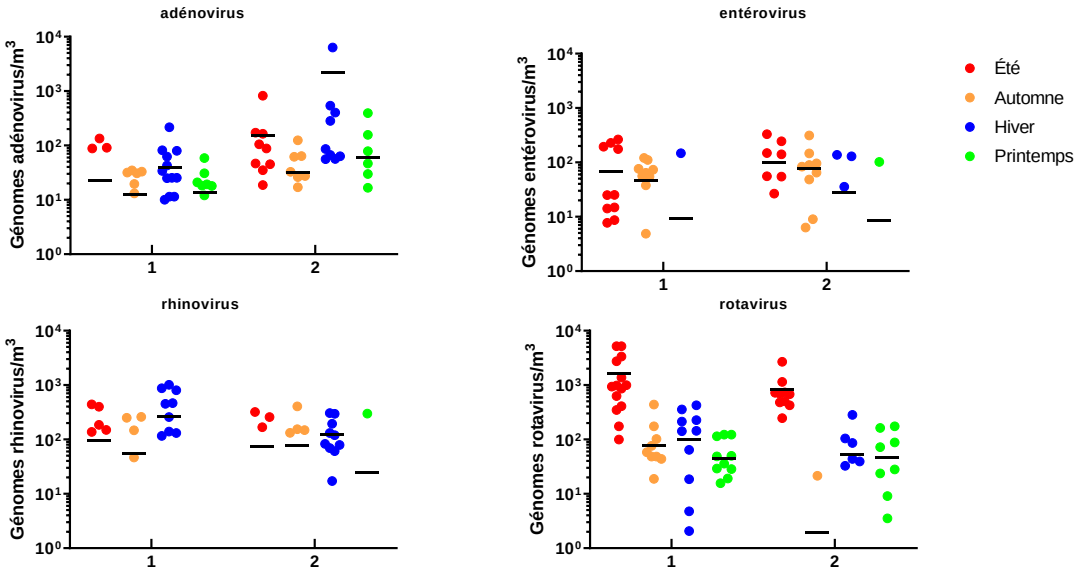

Figure 2 : Concentrations des virus (génomes/m³) principalement retrouvés dans les deux établissements à l'étude en fonction des différentes saisons

DOI : 10.25576/ASFERA-CFA2022-27932
Cet article est publié sous la seule responsabilité de ses auteurs

4. CONCLUSION

L'air ambiant des centres de traitement des eaux usées contient une multitude de virus qui pourraient être responsables des symptômes qui touchent les travailleurs de ces établissements. Toutefois, un lien direct avec les concentrations de marqueurs tels les bactéries totales et/ou les endotoxines n'est pas établi. D'autres données seront nécessaires afin d'établir précisément les risques encourus ainsi que les mesures d'hygiène industrielle appropriées.

5. RÉFÉFENCES

Bonifait, L., Charlebois, R., Vimont, A., Turgeon, N., Veillette, M., Longtin, Y., Jean, J., & Duchaine, C. (2015). Detection and quantification of airborne norovirus during outbreaks in healthcare facilities. *Clinical infectious diseases, 61*(3), 299-304.

Brisebois, E., Veillette, M., Dion-Dupont, V., Lavoie, J., Corbeil, J., Culley, A., & Duchaine, C. (2018). Human viral pathogens are pervasive in wastewater treatment center aerosols. *Journal of Environmental Sciences, 67*, 45-53.

Li, J., Zhou, L., Zhang, X., Xu, C., Dong, L., & Yao, M. (2016). Bioaerosol emissions and detection of airborne antibiotic resistance genes from a wastewater treatment plant. *Atmospheric environment, 124*, 404-412.

Pouillot, R., Van Doren, J. M., Woods, J., Plante, D., Smith, M., Goblick, G., Roberts, C., Locas, A., Hajen, W., & Stobo, J. (2015). Meta-analysis of the reduction of norovirus and male-specific coliphage concentrations in wastewater treatment plants. *Applied and environmental microbiology, 81*(14), 4669-4681.

Qiu, Y., Lee, B. E., Neumann, N., Ashbolt, N., Craik, S., Maal-Bared, R., & Pang, X. L. (2015). Assessment of human virus removal during municipal wastewater treatment in Edmonton, Canada. [Article]. *Journal of Applied Microbiology, 119*(6), 1729-1739. doi: 10.1111/jam.12971

Rylander, R., Andersson, K., Belin, L., Berglund, G., Bergstrom, R., Hanson, L. A., Lundholm, M., & Mattsby, I. (1976). Sewage worker's syndrome. *Lancet, 2*(7983), 478-479.

Sanchez-Monedero, M. A., Aguilar, M. I., Fenoll, R., & Roig, A. (2008). Effect of the aeration system on the levels of airborne microorganisms generated at wastewater treatment plants. *Water Research, 42*(14), 3739-3744. doi: DOI 10.1016/j.watres.2008.06.028

Shu, D., He, Y., Yue, H., & Wang, Q. (2015). Microbial structures and community functions of anaerobic sludge in six full-scale wastewater treatment plants as revealed by 454 high-throughput pyrosequencing. *Bioresource technology, 186*, 163-172.

Tseng, C. C., Chang, L. Y., & Li, C. S. (2010). Detection of Airborne Viruses in a Pediatrics Department Measured Using Real-Time qPCR Coupled to an Air-Sampling Filter Method. [Article]. *Journal of Environmental Health, 73*(4), 22-28.

Van Hooste, W., Charlier, A. M., Rotsaert, P., Bulterys, S., Moens, G., van Sprundel, M., & De Schryver, A. (2010). Work-related Helicobacter pylori infection among sewage workers in municipal wastewater treatment plants in Belgium. *Occupational and Environmental Medicine, 67*(2), 91-97. doi: DOI 10.1136/oem.2008.040436

6. REMERCIEMENTS

Ce travail a été soutenu par le l'Institut Robert Sauvé en Santé et Sécurité du Travail (IRSST).