

LA SURVEILLANCE DES EAUX USÉES POUR LA SANTÉ PUBLIQUE

**DES CONNAISSANCES
À LA PRATIQUE**

**EXEMPLE DE CAS
ANALYSE COÛT-UTILITÉ**

**Surveillance du virus
respiratoire syncytial (VRS)
à partir des eaux usées**

PRINCIPAUX ENSEIGNEMENTS

1

L'identification précise du début de la saison du VRS permet de sauver des vies d'enfants.

Le virus respiratoire syncytial (VRS) est une cause majeure d'infections respiratoires chez les jeunes enfants, pouvant entraîner l'hospitalisation, le décès ou des effets à long terme sur la santé, comme l'asthme. La principale prévention contre les infections graves causées par le VRS chez les nourrissons et les jeunes enfants est l'immunisation en temps opportun, juste avant le début de la saison du VRS. La province de l'Ontario fonde ce calendrier sur des tests cliniques, un indicateur qui s'avère tardif comparativement aux données de la surveillance basée sur les eaux usées (SEU) qui détectent plus tôt la transmission communautaire. En 2022-2023, la SEU a permis d'identifier le début de la saison du VRS de 12 à 36 jours plus tôt que la date de début déterminée par la province qui était basée sur les tests cliniques.

2

Des programmes bien conçus peuvent garantir des données fiables et opportunes.

L'Université d'Ottawa a mis au point et validé un échantillonnage représentatif des eaux usées des boues primaires sur 24 heures. Les données ont été rapidement diffusées dans les huit heures suivant le transport de l'échantillon, ce qui a permis d'établir des rapports en temps quasi réel. Ils ont utilisé des méthodes d'enrichissement qui ciblent directement la fraction des eaux usées où l'ARN du VRS est connu pour se séparer ainsi que des tests PCR d'une grande spécificité et sensibilité.

3

L'ajout d'une surveillance des eaux usées ne coûte pas nécessairement plus cher.

L'analyse coût-utilité (ACU) est utilisée pour éclairer les décisions d'allocation des ressources dans différents contextes de soins de santé. Une ACU comparant l'impact de la maladie à VRS chez les nourrissons immunisés et non immunisés, a révélé que la SEU était une approche plus économique que les tests cliniques. Les coûts de la SEU peuvent être compensés par les économies réalisées grâce à la réduction des besoins en soins médicaux.

4

La surveillance des eaux usées est un outil précieux.

Cette étude de cas sur le VRS démontre bien comment des stratégies d'échantillonnage harmonisées, des rapports de données en temps opportun et des partenariats efficaces peuvent permettre la prise de mesure en santé publique. En associant une détection précoce dans la population à des réponses cliniques et politiques pratiques, la SEU permet d'obtenir des gains mesurables en termes d'utilité et de résultats de santé, tout en améliorant la préparation à de futures éclosions.

CONTEXTE

La surveillance basée sur les eaux usées (SEU) consiste à mesurer des cibles sanitaires dans les eaux usées afin d'identifier ou d'évaluer les menaces pour la santé et de mieux comprendre la charge et la propagation des maladies (voir figure 1). Pendant la pandémie de COVID-19, la SEU a été mise en œuvre dans plus de 260 sites au Canada et plus de 4 600 sites dans 72 pays à l'échelle internationale. Il s'agit d'un système de surveillance économique, anonyme et non invasif qui permet de suivre la propagation des agents pathogènes, leur évolution et le risque de flambée épidémique^{1,2}.

Bien que la SEU ait été rapidement mise en œuvre au Canada et dans le monde entier, il subsiste un manque flagrant d'intégration et d'utilisation de la SEU par les décideurs canadiens et mondiaux en matière de santé publique et de politique, ce qui fait que seuls quelques cas de résultats de la SEU ont été utilisés pour des interventions sanitaires dans le monde^{3,4,5}. Ce manque d'utilisation de la SEU est largement attribué à l'écart important entre la rapidité avec laquelle on développe de nouvelles techniques analytiques permettant de mesurer certaines maladies dans les eaux usées, et celle du processus de mise en place des politiques, structures et procédures liées à la santé publique, ainsi que des prises de décision requises pour agir sur les données générées par la SEU^{4,5,6}. Cette faible intégration a donné lieu à très peu d'évaluations économiques de la SEU.

Dans cette étude de cas, nous décrivons une analyse coût-utilité (ACU) de la SEU en Ontario (Canada), appliquée à la saison 2022-2023 du virus respiratoire syncytial (VRS) dans la province — une première dans le monde.

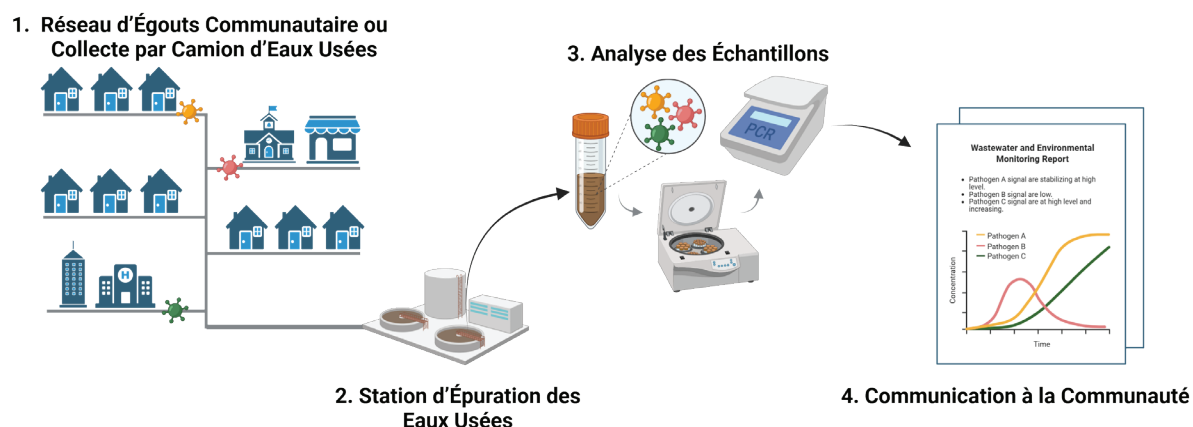


Figure 1. Schéma de l'échantillonnage, des analyses et de la communication de la SEU

Des données de SEU fiables en temps opportun

L'ACU est fondée sur les données de SEU pour le VRS (SEU-VRS) de la ville d'Ottawa qui ont été recueillies quotidiennement pendant la saison provinciale de cette maladie respiratoire en 2022-2023 en vue de leur intégration dans l'outil d'évaluation du risque de transmission des maladies respiratoires de Santé publique Ottawa. Les données de SEU-VRS de la ville de Hamilton pour 2022-2023 ont également été incluses dans l'ACU, en tirant parti de la collecte d'échantillons cinq jours par semaine et des analyses qui ont été mises en place en 2020.

Deux aspects essentiels des séries de données de SEU-VRS utilisées pour l'ACU sont la fiabilité des données et la diffusion rapide aux cliniciens et aux utilisateurs finaux de la santé publique dans les deux villes afin de favoriser la prise de mesures en fonction des résultats. Pour garantir la fiabilité et la rapidité des analyses, l'Université d'Ottawa a développé et validé ce qui suit :

- Un échantillonnage représentatif des eaux usées des boues primaires sur 24 heures dans les deux villes afin d'augmenter la sensibilité des mesures de la maladie.
- Des méthodes d'enrichissement ciblant directement la fraction des eaux usées où l'on sait que se produit la séparation de l'ARN du VRS ⁷.
- Des tests PCR qui présentent une spécificité et une sensibilité élevées.
- Des méthodes d'analyse optimisées pour diffuser rapidement les données dans les huit heures suivant le transport de l'échantillon, ce qui permet d'établir des rapports en temps quasi réel.
- Un pipeline automatisé de données pour assurer la qualité des données de la SEU (voir figure 2).
- Le pipeline de données de qualité représenté par l'analyseur qPCR dans la figure 2 garantit que toutes les données de la SEU utilisées pour l'ACU ont été soumises à des mesures rigoureuses d'assurance et de contrôle de la qualité, ainsi qu'à des algorithmes appliquant des facteurs de correction pour les effets d'inhibition identifiés et les événements de rinçage des égouts dus aux fortes pluies et à la fonte des neiges, qui peuvent avoir un impact sur les données ^{8,9}.

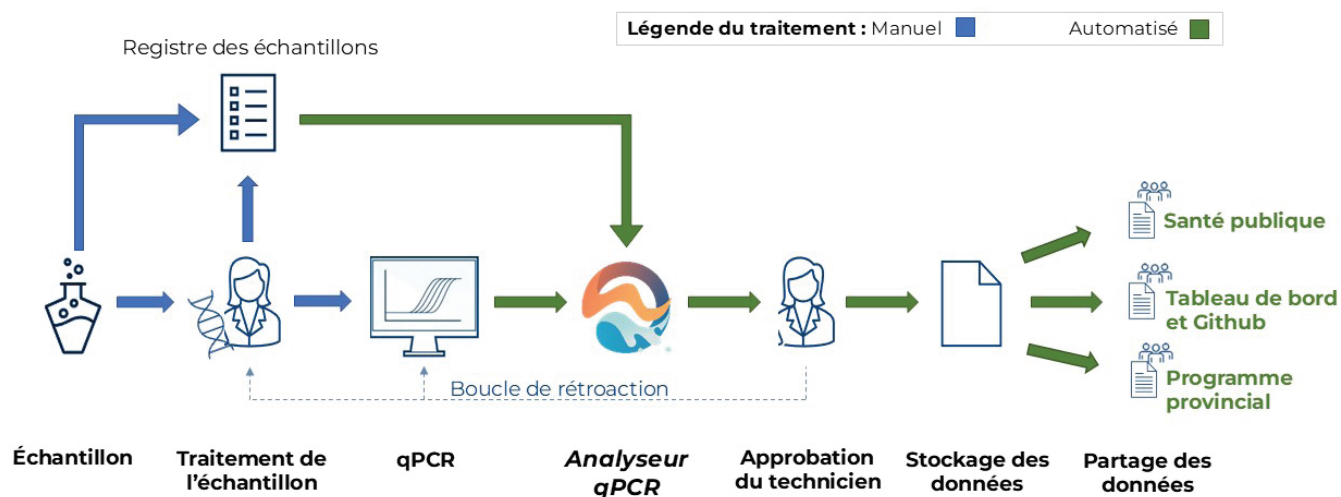


Figure 2. Schéma du traitement des échantillons de la SEU pour garantir la fiabilité des données et leur diffusion rapide aux utilisateurs finaux du secteur de la santé

Critères de la SEU-VRS pour déterminer le début de la saison du VRS

La principale prévention contre les infections graves par le VRS chez les nourrissons à risque est l'administration d'immunisation juste avant le début de la saison des infections par le VRS. En conséquence, le groupe consultatif sur le VRS du ministère de la Santé de l'Ontario utilise la surveillance clinique pour déterminer la date de début de la saison du VRS et lance un programme d'immunisation financé par la province pour les nourrissons à risque dans l'ensemble de la province. Cependant, les mesures cliniques sont des indicateurs tardifs qui sont biaisés en faveur des cas graves, car le dépistage du VRS est limité aux enfants symptomatiques qui se présentent aux urgences et qui sont susceptibles de nécessiter une hospitalisation ¹⁰.

La présente étude de cas visait à étudier la SEU en tant qu'indicateur précoce et nouvelle source de données. L'analyse rétrospective a montré qu'il pouvait en outre contribuer à l'identification en temps opportun de la date de début de la saison du VRS. Pour en arriver à cette conclusion, les données de SEU-VRS ont été lissées en temps réel à l'aide d'une moyenne mobile de sept jours. Ensuite, la date de début de la saison a été identifiée sur la base des critères suivants : une semaine de mesures consécutives où la moyenne des indicateurs du VRS est supérieure à la limite de quantification de l'essai.

La SEU a permis d'identifier la date de début de la saison du VRS 36 jours avant la date de début provinciale déterminée par les essais cliniques à Ottawa et 12 jours plus tôt à Hamilton, ce qui démontre la capacité de la SEU à saisir la variabilité géospatiale connue de la transmission du VRS ¹¹. La SEU a également permis d'identifier le pic précoce des hospitalisations pédiatriques dues au VRS 12 jours auparavant, tout en documentant l'augmentation subséquente des hospitalisations d'adultes qui illustre le déplacement des infections de la population pédiatrique vers la population adulte, déjà documenté ¹². Cette capacité de la SEU à identifier le début de la saison du VRS a été utilisée dans l'ACU pour quantifier les coûts et les résultats pour la santé d'un investissement dans la SEU afin de permettre un lancement plus rapide de la campagne provinciale de vaccination en Ontario.

Comprendre l'analyse coût-utilité

L'ACU est fréquemment utilisée pour éclairer les décisions d'affectation des ressources dans différents contextes de soins de santé en fournissant une méthode normalisée de comparaison des coûts et des avantages de différentes interventions. L'ACU est un type d'évaluation économique qui compare les coûts et les résultats sanitaires d'une intervention en mesurant les effets sur la santé en termes de prolongation de la durée et de la qualité de la vie. Chaque année de vie sous le régime d'intervention est pondérée pour refléter la qualité de vie au cours de cette année, en utilisant une échelle de 0 (décès) à 1 (santé parfaite). En comparant les coûts et les années de vie ajustées en fonction de la qualité (AVAQ) obtenues grâce à différentes interventions (exprimées en coût par AVAQ), les décideurs peuvent évaluer quelles sont les interventions qui offrent le meilleur rapport qualité-prix.



Évaluation de l'immunisation du VRS

Le VRS est une cause majeure d'infections respiratoires chez les jeunes enfants pouvant entraîner une hospitalisation et une morbidité à long terme (respiration sifflante/asthme). Il est possible de prévenir efficacement les maladies graves dues au VRS pendant la saison de flambée hivernale grâce à des programmes d'immunisation utilisant un anticorps monoclonal à longue durée d'action (nirsevimab). Pour évaluer le rapport coût-bénéfice (coût-efficacité) de cette intervention, une ACU a été mise au point qui compare l'impact de la maladie du VRS chez les nourrissons ayant reçu une immunisation et chez ceux qui ne l'ont pas reçue, en tenant compte de la fréquentation des salles d'urgence/des patients externes, de l'hospitalisation, de l'admission en unité de soins intensifs, de la mortalité et de la morbidité respiratoire à long terme jusqu'à l'âge de 18 ans, modélisée par un arbre de décision. Les coûts et les AVAQ sont évalués dans l'ACU sur un horizon de vie afin de tenir compte de l'impact à long terme du VRS en termes de mortalité et de morbidité respiratoire, avec une actualisation de 1,5 % *par an*. L'actualisation tient compte d'une unité monétaire (par exemple, 1 CAD) vaut plus aujourd'hui que dans le futur.

Intégration dans l'ACU de la détection du VRS par la SEU

L'immunisation mensuelle contre le VRS financée par le gouvernement pour les nourrissons et les jeunes enfants à risque ne peut pas commencer avant que la saison du VRS ne soit officiellement déclarée, sur la base d'une surveillance clinique du VRS (SC-VRS) des admissions hospitalières atteignant un seuil désigné. Notre étude de cas a fait état de la possibilité de déclarer le début de la saison du VRS dans les régions étudiées de 12 à 36 jours avant la date déclarée dans la province environnante à l'aide de la SC-VRS 13. En se basant sur les données de l'Ontario, le fait de commencer plus tôt le programme d'immunisation pour le VRS déclenché par la SEU-VRS permettrait de couvrir 15,1 % d'épisodes potentiels supplémentaires de VRS grave (par rapport à la SC-VRS), puisque la SC lance l'immunisation alors que le VRS circule déjà et provoque dès lors des hospitalisations.

Pour déterminer l'importance économique de cette protection supplémentaire offerte par l'instauration plus précoce de l'immunisation du VRS par la SEU-VRS, l'ACU a été mise à jour pour inclure deux arbres décisionnels parallèles : l'un pour l'immunisation du VRS guidée par la SEU contre l'absence d'immunisation; l'autre pour l'immunisation du VRS guidée par la SC contre l'absence d'immunisation (voir la figure 3). Chaque arbre de décision était identique en termes de prise d'immunisation pour le VRS (71 % des enfants admissibles ayant reçu l'immunisation) et d'impact de la maladie du VRS chez les nourrissons ayant reçu ou non l'immunisation, à l'exception de l'application du bénéfice de 15,1 % de l'immunisation guidée par la SEU. Le rapport coût-efficacité de la SEU-VRS par rapport à la SC-VRS a été calculé à partir des différences de coûts marginaux et des AVAQ pour l'immunisation par rapport à l'absence d'immunisation des deux côtés de l'arbre de décision.



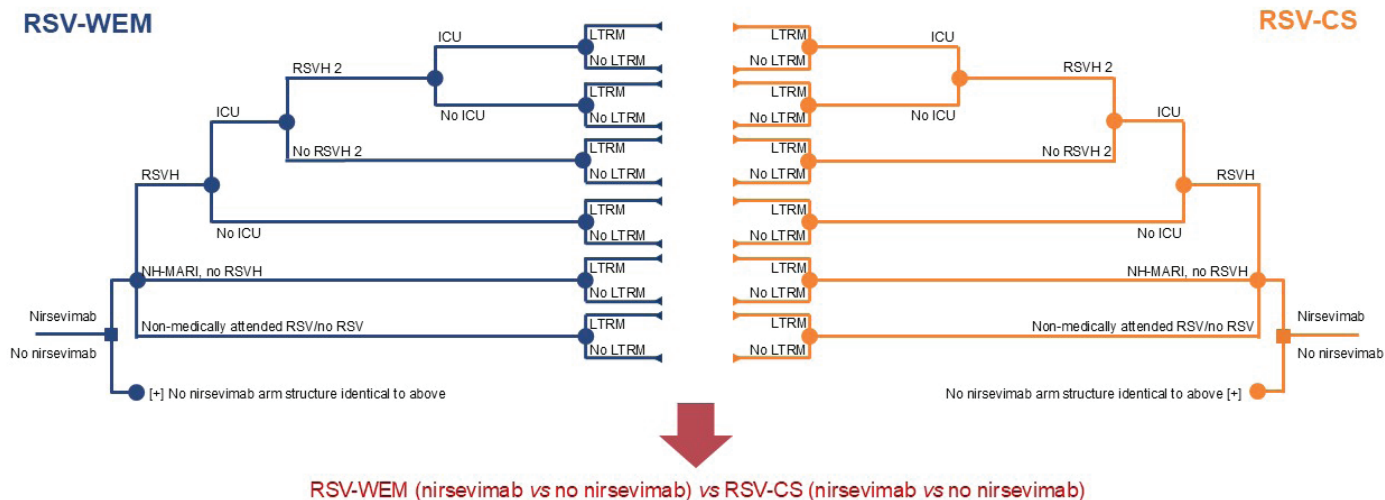


Figure 3: Arbre de décision décrivant le cheminement clinique utilisé dans le modèle

Abréviations : USI — unité de soins intensifs | MRLT — morbidité respiratoire à long terme | NH-ISM — infection à VRS non hospitalisée et suivie médicalement | HVRS — hospitalisation liée au VRS

- Les nœuds représentent les points où plus d'un événement est possible; le nœud carré représente la décision prise par chaque côté du modèle
- Les branches représentent les événements possibles auxquels les patients peuvent être confrontés
- Les triangles représentent les extrémités de l'arbre de décision
- Le coût-utilité de la SEU-VRS par rapport à la SC-VRS a été calculé à partir des différences entre les coûts et utilités supplémentaires de l'immunisation par rapport à l'absence d'immunisation des deux côtés de l'arbre de décision.



Considérations sur le calcul des coûts pour la SEU-VRS

Tous les coûts liés à l'immunisation et au VRS étaient identiques pour la SEU-VRS et la SC-VRS dans l'ACU. Aucun coût n'a été pris en compte pour la SC-VRS, alors qu'un coût de 12,31 dollars canadiens par nourrisson a été pris en compte si un nouveau système de SEU-VRS était mis en place, tous les coûts d'infrastructure étant inclus au cours de la première année. Par souci de prudence, les résultats ont été modélisés sur un horizon de 18 ans avec un taux d'actualisation de 1,5 %.

Les résultats de l'ACU ont montré que la SEU-VRS constituait une approche plus économique que la SC-VRS pour guider un programme canadien d'immunisation de tous les nourrissons avec le nirsevimab. Cela signifie que les coûts de mise en œuvre du programme de SEU-VRS peuvent être compensés par les économies réalisées grâce à la réduction des besoins en soins médicaux. En d'autres termes, la mise en œuvre de la SEU-VRS pourrait être considérée comme autofinancée et représenter un investissement rentable.

Considérations plus générales lors de l'évaluation du rapport coût-efficacité de la SEU-VRS

Il est important de noter que la SEU-VRS a permis de réduire les coûts dans une série d'analyses de scénarios, notamment :

- Amortissement des coûts d'infrastructure de la SEU sur cinq ans
- Utilisation de l'infrastructure existante de la SEU pour la détection du VRS
- Réduction de 25 % des cas supplémentaires identifiés par la SEU
- Couverture de l'immunisation de 50 à 90 % d'après les données du monde réel
- Augmentation de 25 % du coût de la SEU-VRS

En outre, cette ACU ne tient pas compte de l'impact économique et de l'impact sur la qualité de vie des familles en raison de l'arrêt de travail et du stress associé à l'hospitalisation d'un enfant atteint du VRS, incidences qui pourraient être évitées dans une plus large mesure avec une immunisation guidée par la SEU qu'avec une immunisation guidée par la SC. Dans l'ensemble, les résultats de l'ACU peuvent être considérés comme robustes et fiables et soutiennent la mise en œuvre de la SEU-VRS.

Une détermination plus précise du début de la saison du VRS et de l'activité du VRS à l'échelle communautaire grâce à la SEU-VRS pourrait également aider à évaluer l'efficacité des programmes d'immunisation contre le VRS pour les mères et les personnes âgées (>60 ans). À l'avenir, l'immunisation des nourrissons pourrait également être évaluée grâce à ces données. La détection précoce de l'activité du VRS permet également de planifier plus efficacement l'atténuation de l'impact des flambées saisonnières de VRS en allouant des ressources appropriées et proportionnées afin d'alléger la charge de travail des systèmes et du personnel de santé. En outre, le suivi des tendances du VRS au moyen de la SEU peut donner un aperçu hâtif des variations saisonnières en glissement annuel, aidant ainsi les prestataires de soins de santé à anticiper l'évolution du calendrier, de la distribution et de l'intensité de l'épidémie.

CONCLUSION

L'ACU a évalué les avantages de la SEU pour le choix du moment de l'immunisation contre le VRS en comparant ses coûts de mise en œuvre avec les résultats sanitaires associés. L'objectif était de démontrer que la SEU est un outil de santé publique durable et exploitable, en particulier pour la réponse intrapandémique et la préparation à long terme. Bien que la SEU ait été rapidement adoptée au Canada et dans le monde lors de la pandémie de COVID-19, son intégration dans le processus décisionnel en matière de santé publique a pris du retard, en partie en raison de l'absence d'évaluations économiques solides établissant un lien entre les coûts opérationnels et les résultats en matière de santé.

Malgré le manque général d'intégration de la SEU au Canada, cette étude de cas démontre comment des stratégies d'échantillonnage harmonisées, des rapports de données opportuns et des partenariats efficaces peuvent permettre une action de santé publique. Dans cette analyse, le gain d'utilité sanitaire de la SEU-VRS est modélisé sur la base d'une amélioration du calendrier et du ciblage des interventions cliniques, y compris l'administration de l'immunisation et l'allocation des ressources dans les établissements de soins pédiatriques. Pour que la SEU devienne une composante à part entière des activités intrapandémiques soutenues et des mesures proactives de préparation à la pandémie, son rapport coût-efficacité doit être établi^{4,15}. Cependant, des lacunes importantes subsistent dans la littérature actuelle, car la plupart des évaluations économiques se concentrent étroitement sur les coûts opérationnels sans aborder les résultats en matière de santé ou les avantages sociétaux à long terme de la SEU^{16,17,18}.

Cette ACU soutient l'intégration de la SEU-VRS dans la surveillance de la santé publique en tant que stratégie rentable pour améliorer les résultats des maladies respiratoires. En associant une détection précoce au niveau de la population à des réponses cliniques et politiques exploitables, la SEU permet d'obtenir des gains mesurables en termes d'utilité pour la santé tout en améliorant la préparation aux futures épidémies.



RÉFÉRENCES

1. Naughton, C., et coll. « Show us the data : global COVID-19 wastewater monitoring efforts, equity, and gaps », *FEMS Microbes*, **4**, 1-8 (2023).
2. Levy, J. I., Andersen, K. G., Knight, R., Karthikeyan, S. « Wastewater surveillance for public health », *Science (1S7S)*, **379**, 26-27 (2023).
3. Kasprzyk-Hordern, B. et coll. « Wastewater-based epidemiology for the assessment of population exposure to chemicals : The need for integration with human biomonitoring for global One Health actions », *J Hazard Mater*, **450**, 131009 (2023).
4. Keshaviah, A. et coll. « Wastewater monitoring can anchor global disease surveillance systems ». *Lancet Glob Health*, **11**, e976-e981 (2023).
5. Hrudey, S. E. et coll. « Wastewater Surveillance for SARS-CoV-2 RNA in Canada », *Facets*, **7**, 1493-1597 (2022).
6. Mello, M. M., Meschke, J. S., Palmer, G. H. « Mainstreaming Wastewater Surveillance for Infectious Disease », *NEJMP*, **388**, 1441-1444 (2023). <https://doi.org/10.1056/nejmp2301042>
7. Hughes, B., et coll. « Respiratory syncytial virus (RSV) RNA in wastewater settled solids reflects RSV clinical positivity rates », *Environmental Science & Technology Letters*, **9**, 173–178 (2022).
8. Mercier, É., et coll. « Effective method to mitigate impact of rain or snowmelt sewer flushing events on wastewater-based surveillance measurements », *Science of the Total Environment*, **956**, 177351 (2024).
9. Mercier, É., et coll. « Sewer transport conditions and their role in the decay of endogenous SARS-CoV-2 and pepper mild mottle virus from source to collection », *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, **263**, 114477 (2025).
10. Respiratory syncytial virus (RSV): For health professionals - Canada.ca. <https://www.canada.ca/en/public-health/services/diseases/respiratory-syncytial-virus-rsv/health-professionals.html#a4> [Consulté le 13 juin 2023].
11. Broberg, E. K., et coll. « Seasonality and geographical spread of respiratory syncytial virus epidemics in 15 European countries, 2010 to 2016 », *Eurosurveillance*, **23**, 17-00284 (2018).
12. Widmer, K., et coll. « Rates of hospitalizations for respiratory syncytial virus, human metapneumovirus, and influenza virus in older adults », *The Journal of infectious diseases*, **206**, 56–62 (2012).

13. Mercier, É., et coll. « Wastewater-based surveillance identifies start to the pediatric respiratory syncytial virus season in two cities in Ontario, Canada », *Frontiers in Public Health*, **206**, 56–62 (2012).
14. Yoo, B.K., et coll. « Economic evaluation of wastewater surveillance combined with clinical COVID-19 screening tests, Japan », *Emerging Infectious Diseases*, **23**, 1608–1617 (2023).
15. Berry, I., et coll. « A better normal in Canada will need a better detection system for emerging and re-emerging respiratory pathogens », *CMAJ*, **23**, 1608–1617 (2023).
16. Ali, S., et coll. « Community wastewater-based surveillance can be a cost-effective approach to track COVID-19 outbreak in low-resource settings : feasibility Assessment for Ethiopia context », *International Journal of Environmental Research and Public Health*, **23**, 1608–1617 (2023).
17. Hu, X. C., Keshaviah, A., C Harrison, E. B. (2023). *The Costs of Wastewater Monitoring in Low- and Middle-Income Countries*. Document d'information préparé pour Banque mondiale par Mathematica, Washington, DC.
18. Ngwira, L. G., et coll. « Cost of wastewater-based environmental surveillance for SARS-CoV-2 : Evidence from pilot sites in Blantyre, Malawi and Kathmandu, Nepal », *PLOS Global Public Health*, **2**, e0001377 (2022).

Surveillance des eaux usées pour la santé publique : La série “Des connaissances à l’action”. Partie 2. Exemples de cas. Analyse coût-utilité. Surveillance du VRS à partir des eaux usées.

Le Réseau canadien de l’eau remercie les auteurs Robert Delatolla, Elisabeth Mercier, Barry Rodgers-Gray et John Fullarton.

Les perspectives et les opinions exprimées ne reflètent pas nécessairement celles du RCE et du CCNMI.

Pour plus d’informations :

Talia Glickman, conseillère principale du programme, Réseau canadien de l’eau

Ce projet a été réalisé avec l’appui financier du gouvernement du Canada par l’entremise du Laboratoire national de microbiologie du Canada.

Les opinions exprimées ici ne représentent pas nécessairement celles de l’Agence de la santé publique du Canada.

Il s’agit du projet numéro 850 du CCNMI.

ISBN : 978-1-927988-99-2



Nous joindre

Réseau canadien de l’eau

Talia Glickman

Conseiller principal de programme

Email: tglickman@cwn-rce.ca

cwn-rce.ca

Centre de collaboration nationale des maladies infectieuses

Rady Faculty of Health Sciences,

University of Manitoba

Tél: (204) 318-2591

Email: nccid@umanitoba.ca

www.nccid.ca

Financé en partie par :
Funded in part by:

Canada



National Collaborating Centre
for Infectious Diseases

Centre de collaboration nationale
des maladies infectieuses

LA SURVEILLANCE DES EAUX USÉES POUR LA SANTÉ PUBLIQUE

**DES
CONNAISSANCES
À LA PRATIQUE**
