



Conditions de faisabilité et utilité de la surveillance de la COVID-19 à l'aide du monitoring du SRAS-CoV-2 dans les eaux usées – Mise à jour 2023

REVUE DE LITTÉRATURE

Conditions de faisabilité et utilité de la surveillance de la COVID-19 à l'aide du monitoring du SRAS-CoV-2 dans les eaux usées – Mise à jour 2023

Direction de la santé environnementale, au travail et de la toxicologie

Décembre 2023

AUTRICES

Géraldine Patey, M. Sc., Ph. D., conseillère scientifique spécialisée

Caroline Huot, M.D., M. Sc., FRCPC, médecin spécialiste en santé publique et médecine préventive

Groupe scientifique sur l'eau

Direction de la santé environnementale, au travail et de la toxicologie

RÉVISEURS INTERNES

Patrick Levallois, M.D., M. Sc., FRCPC, médecin spécialiste en santé publique et médecine préventive

Félix Lamothe, M. Sc., conseiller scientifique

Louise Duquesne, M. Sc., conseillère scientifique

Jean-Bernard Gamache, Pharm. D., MBA, chef d'unité scientifique

Direction de la santé environnementale, au travail et de la toxicologie

Geneviève Grenier, conseillère scientifique

Direction secrétariat général et valorisation scientifique et qualité

RÉVISEURS EXTERNES

Thomas Maere, Ph. D., professionnel de recherche

Département de génie civil et de génie des eaux, Université Laval

Dominic Frigon, Ph. D., ing., professeur associé

Coordonnateur provincial du projet CentrEau-COVID

Microbial Community Engineering Lab (MiCEL) & Environmental Engineering Group

Department of Civil Engineering, McGill University

MISE EN PAGE

Katia Raby, agente administrative

Direction de la santé environnementale, au travail et de la toxicologie

Les auteurs ainsi que les réviseurs ont dûment rempli leurs déclarations d'intérêts et aucune situation à risque de conflits d'intérêts réels, apparents ou potentiels n'a été relevée

REMERCIEMENTS

Les auteurs souhaitent remercier les réviseurs internes et externes qui ont revu et commenté le document. Ils remercient également madame Mahée Lacourse, bibliothécaire à la Direction de la valorisation scientifique et de la qualité de l'INSPQ, qui a participé au développement de la recherche documentaire.

Ce document est disponible intégralement en format électronique (PDF) sur le site Web de l'Institut national de santé publique du Québec au : <http://www.inspq.qc.ca>.

Les reproductions à des fins d'étude privée ou de recherche sont autorisées en vertu de l'article 29 de la Loi sur le droit d'auteur. Toute autre utilisation doit faire l'objet d'une autorisation du gouvernement du Québec qui détient les droits exclusifs de propriété intellectuelle sur ce document. Cette autorisation peut être obtenue en formulant une demande au guichet central du Service de la gestion des droits d'auteur des Publications du Québec à l'aide d'un formulaire en ligne accessible à l'adresse suivante :

<http://www.droitauteur.gouv.qc.ca/autorisation.php>, ou en écrivant un courriel à : droit.auteur@cspq.gouv.qc.ca.

Les données contenues dans le document peuvent être citées, à condition d'en mentionner la source.

Mise en garde institutionnelle

La présente revue rapide est une mise à jour de la revue de la littérature portant sur les conditions de faisabilité et l'utilité de la surveillance de la COVID-19 à l'aide du monitorage du SRAS-CoV-2 dans les eaux usées allant de novembre 2019 à février 2021. Elle est fondée sur une recherche documentaire systématique excluant les articles en prépublication, et repose sur l'information disponible de février 2021 à mars 2022. Réalisée dans un relatif court laps de temps et s'appuyant sur des repères internationaux pour l'élaboration des revues rapides, la présente revue comporte des constats qui pourraient devoir être révisés selon l'évolution des connaissances scientifiques liées à ce domaine. À cet effet, l'Institut national de santé publique du Québec a conduit une veille scientifique afin de répertorier les connaissances émergentes sur le sujet. La revue ne traite pas spécifiquement de l'émergence et de la circulation des différents variants du virus de la COVID-19 dans les eaux usées au cours de février 2021 à mars 2022 ni d'autres applications de la surveillance des eaux usées telles que le suivi de la consommation de drogues illicites, de la résistance microbienne et des autres infections virales (entériques et respiratoires) ou bactériennes. L'examen des questions éthiques que peut poser la surveillance de la COVID-19 dans les eaux usées est également exclu. Enfin, le terme surveillance est ici utilisé de façon générique et inclut la notion de vigie sanitaire décrite dans la Loi sur la santé publique.

Table des matières

Faits saillants	1
1 Mise en contexte	3
2 Objectifs	5
3 Méthodologie	7
3.1 Stratégie de recherche documentaire.....	7
3.2 Sélection des études.....	8
3.3 Extraction des données.....	9
3.4 Évaluation de la qualité des études.....	9
3.4.1 Études primaires.....	10
3.4.2 Revues de littérature.....	11
3.5 Niveau d'appui des constats.....	11
4 Principaux constats des 35 études primaires retenues	13
5 Évolution des constats	35
6 Forces et limites de la démarche	37
6.1 Forces.....	37
6.2 Limites.....	37
7 Perspectives	39
Références	41
Annexe 1 Stratégie de recherche documentaire	45
Annexe 2 Résultats de la littérature grise	49
Annexe 3 Description des 35 études primaires	55
Annexe 4 Description des 4 revues de littérature	73
Annexe 5 Grille d'évaluation de la qualité des études primaires	77

Faits saillants

- ▶ La surveillance du SRAS-CoV-2 dans les eaux usées fournit des données indépendantes des données cliniques, probablement économiquement rentables et complémentaires aux indicateurs de surveillance sanitaire de la COVID-19. Ces données peuvent servir au processus décisionnel de santé publique.
- ▶ Les données issues de cette surveillance sont utilisées pour préciser l'évolution des niveaux de SRAS-CoV-2 dans les eaux usées et ainsi agir en tant qu'indicateur de suivi des tendances temporelles de la COVID-19 dans la population à différentes échelles géographiques, en particulier dans un contexte où l'accès au dépistage du virus SRAS-CoV-2, réalisé par un test d'amplification d'acides nucléiques comme la PCR (terme anglais désignant la réaction en chaîne par polymérase), est réduit.
- ▶ La surveillance du SRAS-CoV-2 dans les eaux usées pourrait potentiellement servir de « système d'alerte précoce » des tendances de la transmission du SRAS-CoV-2. Toutefois, cette surveillance exige le respect de courts délais tout au long de la chaîne d'analyse, de l'échantillonnage en passant par le transport au laboratoire et le traitement des données. Cette chaîne représente encore un défi à ce jour.
- ▶ Une attention particulière doit être accordée aux processus internes d'assurance qualité et de contrôle en laboratoire de la qualité des analyses de la charge virale dans les eaux usées pour assurer la validité des données.
- ▶ Comme les eaux usées constituent un échantillon de type environnemental, les données de SRAS-CoV-2 dans les eaux usées devraient être interprétées en tenant compte des facteurs environnementaux (ex. : informations sur le réseau d'égouts) qui peuvent influencer le signal observé.
- ▶ À l'heure actuelle, il n'est pas possible de se servir des concentrations du virus du SRAS-CoV-2 dans les eaux usées pour estimer avec certitude le nombre ou le pourcentage de personnes infectées au sein d'une communauté.
- ▶ L'évaluation de l'utilité des données sur les eaux usées pour guider les décisions relatives aux interventions de santé publique à prioriser en fonction de la situation épidémiologique est encore préliminaire.
- ▶ Les différents programmes de vigie de la COVID-19 dans les eaux usées mis en œuvre ont permis d'améliorer les collaborations entre les chercheurs en génie des eaux usées et la santé publique. Ces collaborations pourront être mises à profit en vue de surveiller d'autres problématiques de santé publique par l'entremise de l'analyse des eaux usées.

1 Mise en contexte

Le 11 mars 2020, l'Organisation mondiale de la Santé (OMS) a déclaré que l'urgence de santé publique de portée internationale qu'était la COVID-19 était devenue une pandémie (1).

La communauté scientifique s'est intéressée à la présence ainsi qu'à la persistance du virus du SRAS-CoV-2 dans les effluents d'eaux usées municipales et au fait qu'une proportion importante des individus infectés excrètent ce virus dans leurs fèces pendant une période variable. Par ailleurs, la possibilité de surveiller l'ARN du SRAS-CoV-2 dans les eaux usées à titre d'approche complémentaire aux techniques de surveillance clinique a été proposée par plusieurs organismes internationaux de santé publique (2–5).

Certaines études ont observé l'existence d'une relation quantitative entre les concentrations d'ARN viral dans les eaux usées et la circulation du SRAS-CoV-2 au sein de la population et la possibilité d'utiliser ces informations pour soutenir la surveillance de la COVID-19 (6). Les données des eaux usées pourraient fournir des informations sur les tendances de l'infection dans la population, donner des signaux précoces d'une résurgence des cas et être intégrées dans les processus de prise de décision de la réponse de santé publique à la COVID-19.

En décembre 2021, l'accès au dépistage du virus SRAS-CoV-2 réalisé par test d'amplification des acides nucléiques (PCR) a été réduit au Québec en raison de l'augmentation considérable du nombre de cas de COVID-19 lors de l'apparition du variant Omicron. Il est alors devenu plus difficile de suivre la situation épidémiologique de la circulation de ce virus dans la communauté. Le développement de nouveaux indicateurs, comme celui de la présence du virus SRAS-CoV-2 dans les eaux usées, est alors apparu important afin d'avoir un regard valide et en temps réel de la situation épidémiologique.

Dans le cadre de la pandémie de COVID-19, cette approche, déjà connue auparavant, s'est avérée être un domaine émergent grâce aux progrès réalisés dans les méthodes analytiques. Cependant, il existe toujours des défis d'échantillonnage, de concentration, de quantification de l'ARN viral et d'interprétation des données provenant des eaux usées. De plus, le passage de projets pilotes, souvent menés par le milieu universitaire, à des programmes durables et à grande échelle, gérés par les autorités de santé publique ou d'autres organismes gouvernementaux, comporte des défis de mise en œuvre.

Les connaissances et les données sur la surveillance du SRAS-CoV-2 dans les eaux usées se développent rapidement, et les études portant sur cette approche ont décuplé au cours des derniers mois. Afin de faire le point sur les dernières connaissances dans ce domaine et en vue de mettre à jour la publication de l'INSPQ qui fait état du contenu de cette littérature jusqu'en février 2021 (7), une revue rapide de la littérature scientifique récente couvrant les publications de cette période jusqu'en mars 2022 a été réalisée à l'intention de l'équipe de la Direction de la vigie sanitaire (DVS) du MSSS et des directions de santé publique (DSPublique), à l'initiative de l'Équipe Vigie et surveillance en santé environnementale de l'INSPQ.

En utilisant une approche robuste et systématique, cette revue rapide détermine les avancées et les limites en lien avec la mise en œuvre d'une surveillance du SRAS-CoV-2 dans les eaux usées dans une perspective de santé publique. Elle propose des constats sur la base des résultats de la recherche documentaire et se concentre sur la validité et l'utilité des données issues des eaux usées ainsi que sur la faisabilité (options méthodologiques à privilégier en termes d'échantillonnage, d'analyses de laboratoire et de traitement des données; obstacles et conditions de réussite) de la mise en œuvre de cet outil émergent.

2 Objectifs

Pour cette mise à jour de la littérature, la question générale et les objectifs spécifiques présentés ci-dessous sont identiques à ceux de la revue de littérature publiée antérieurement sur le sujet (7).

La question générale de recherche est la suivante : *Quelles sont les informations scientifiques récentes sur l'utilité et la faisabilité de la surveillance du virus SRAS-CoV-2 dans les eaux usées dans une perspective de santé publique?*

Les objectifs spécifiques découlant de la question générale sont :

- ▶ documenter la validité et l'utilité de la surveillance du SRAS-CoV-2 dans les eaux usées;
- ▶ explorer les options méthodologiques à privilégier ainsi que les obstacles et les facteurs facilitant l'intégration des données issues des eaux usées dans la surveillance de la COVID-19;
- ▶ documenter le processus décisionnel et les actions des autorités de santé publique qui pourraient résulter de la mise en place d'une telle surveillance des eaux usées.

3 Méthodologie

La présente revue rapide est fondée sur une méthodologie de type systématisée adaptée de celle utilisée dans la précédente publication de l'INSPQ sur le même sujet (7). Elle suit les lignes directrices du guide méthodologique sur les revues rapides du Centre de collaboration national des méthodes et outils CCNMO (8) et celles du rapport de l'INSPQ portant sur les fondements et les procédures méthodologiques des revues narratives (9).

Certains changements au niveau des critères de sélection ont été apportés par rapport à la précédente publication sur le sujet. Afin de s'harmoniser avec les récentes recommandations des organismes sanitaires internationaux sur la mise en place de programmes de détection du SRAS-CoV-2 dans les eaux usées et étant donné l'abondance de la littérature scientifique sur le sujet, le critère d'inclusion suivant a été ajouté : *Étude portant sur la surveillance du SRAS-CoV-2 circulant dans les eaux usées au niveau des zones urbaines et des grandes agglomérations échantillonnées aux usines d'épuration (excluant la surveillance au sein des établissements)*.

Ce critère, ciblant les zones urbaines et les grandes agglomérations où des échantillons sont prélevés aux usines de traitement des eaux usées, est basé sur les connaissances scientifiques actuelles. Il s'agit d'une option intéressante pour suivre les tendances et détecter des réémergences du virus, car les échantillons pris aux égouts intercepteurs principaux des grandes villes reflètent la circulation du virus dans la majorité de la population. De plus, les zones urbaines et les grandes agglomérations sont souvent les endroits où il y a une introduction du virus. Le critère mentionné ci-dessus est également cohérent avec la recommandation de l'Union européenne 2021/472 du 17 mars 2021 visant la mise en place d'une surveillance qui s'applique au moins aux eaux usées des grandes agglomérations de plus de 150 000 habitants (3) ainsi qu'avec les orientations de l'OMS (5).

Un critère d'exclusion a été également ajouté : *Étude de type modélisation mathématique*. En effet, les études ayant un devis de type modélisation compartimentale ou mathématique requièrent une expertise spécifique d'interprétation non détenue par l'équipe de travail.

Quant aux critères d'inclusion et d'exclusion optionnels de la précédente revue, ils n'ont pas été conservés. L'équipe de travail les a jugés non pertinents pour le tri des études, mais elle les a conservés à titre de thématique au moment de l'extraction des données scientifiques.

Enfin, cette revue rapide s'appuie sur des études primaires et des revues de littérature relevées dans plusieurs bases de données sélectionnées pour leur pertinence dans ce domaine. La recherche documentaire dans ces bases de données a été complétée par des publications se trouvant dans la veille scientifique sur la COVID-19 et l'environnement de l'INSPQ. Pour la mise à jour, la recension des études a été effectuée de manière systématique du 2 février 2021 au 29 mars 2022.

3.1 Stratégie de recherche documentaire

La stratégie de recherche dont s'est servie l'équipe de travail reste la même que celle employée pour la revue de littérature antérieure (7) et a été établie à l'aide de deux concepts clés qui sont associés aux eaux usées (concept 1) et au SRAS-CoV-2 (concept 2) – tableau 1, annexe 1. La recherche documentaire a été effectuée au moyen des bases de données électroniques suivantes : Embase, Environment Complete, Pubmed et Web of Science. De plus, des références supplémentaires ont été extraites de la veille scientifique sur la COVID-19 et l'environnement de l'INSPQ. Cette veille couvre six bases de données bibliographiques scientifiques : PubMed, CINAHL, PsycINFO, ERIC, Psychology and Behavioral Sciences Collection, SocINDEX. Afin de mettre au jour les avancées et

les recommandations les plus récentes dans ce domaine et ainsi alimenter la discussion de la revue de la littérature scientifique, la littérature grise des organismes de santé publique suivants a également été recensée à l'aide d'une stratégie de recherche documentaire (tableau 2, annexe 1) et suivie en continu grâce à la mise en place d'une veille sur la COVID-19 dans les eaux usées en mars 2022 (annexe 2) : Organisation mondiale de la Santé (OMS), Centers for Disease Control and Prevention (CDC), Agence de la santé publique du Canada, Commission européenne, Ottawa Public Health/Santé publique Ottawa, Public Health Ontario/Santé publique Ontario, Centre de collaboration nationale des maladies infectieuses, Santé publique France, Water Research Australia (WaterRA) et gouvernement du Royaume-Uni.

3.2 Sélection des études

L'équipe de travail a sélectionné les études primaires et les revues de littérature à l'aide de critères de sélection préétablis (tableaux 1 et 2). La sélection a été réalisée en deux temps : tout d'abord, sur la base du titre et du résumé, puis par la lecture du texte intégral. Ensuite, deux évaluateurs ont révisé indépendamment les études et, si ces deux évaluateurs n'aboutissaient pas à un consensus sur une évaluation commune, l'avis d'un troisième évaluateur était pris en compte afin de parvenir à un accord.

Tableau 1 Critères de sélection obligatoires pour les études primaires

Critères d'inclusion	Critères d'exclusion
<ul style="list-style-type: none"> ▶ Étude à devis écologique. ▶ Étude portant sur la surveillance du SRAS-CoV-2 circulant dans les eaux usées au niveau des zones urbaines et des grandes agglomérations échantillonnées aux usines d'épuration (excluant la surveillance en réseau ou au sein d'établissements). ▶ Étude rapportant un lien quantitatif entre la concentration du SRAS-CoV-2 mesurée dans les eaux usées et les données épidémiologiques de ce virus rapportées dans la population. 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Étude de modélisation mathématique. ▶ Étude portant essentiellement sur la méthodologie de quantification de l'ARN du SRAS-CoV-2 dans les eaux usées. ▶ Étude portant essentiellement sur les variants. ▶ Étude ne contenant aucun détail sur la méthodologie de collecte, l'analyse et l'interprétation des données épidémiologiques. ▶ Étude ne comportant aucune donnée originale rapportée. ▶ Étude ne comprenant aucune méthode statistique pour évaluer le lien entre les données environnementales et les données populationnelles de la COVID-19. ▶ Étude réalisée dans un pays en développement. ▶ Étude n'ayant pas fait l'objet d'une révision par les pairs. ▶ Étude rédigée dans une autre langue que le français ou l'anglais. ▶ L'écrit est une lettre d'opinion, un éditorial, un protocole de recherche, une étude coût-bénéfice, une thèse, un acte de colloque ou de conférence.

Tableau 2 Critères de sélection obligatoires pour les revues

Critères d'inclusion	Critères d'exclusion
<ul style="list-style-type: none"> ▶ Revue sélectionnant des études à devis écologique ▶ Revue portant sur la surveillance du SRAS-CoV-2 circulant dans les eaux usées au niveau des zones urbaines et des grandes agglomérations échantillonnées aux usines d'épuration (excluant la surveillance en réseau ou au sein d'établissements) ▶ Revue rapportant un lien quantitatif entre la concentration du SRAS-CoV-2 mesurée dans les eaux usées et les données épidémiologiques de ce virus rapportées dans la population 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Revue ne détaillant pas la méthodologie concernant la sélection des études et l'extraction des données. ▶ Revue portant sur des études de modélisation uniquement. ▶ Revue portant essentiellement sur la méthodologie de quantification de l'ARN du SRAS-CoV-2 dans les eaux usées. ▶ Revue portant essentiellement sur des études de variants. ▶ Revue ne comprenant aucune méthode statistique pour évaluer le lien entre des données environnementales et les données populationnelles de la COVID-19.

3.3 Extraction des données

Suivant le tri d'après la pertinence des références, 39 études scientifiques ont été retenues. Parmi celles-ci, 35 sont des études primaires et 4 sont des revues de littérature (voir l'organigramme PRISMA de l'annexe 1). Les données de chacune des études ont été extraites dans un tableau selon les catégories suivantes : nom de l'auteur; année de publication; pays de l'étude; titre; type de publication (étude primaire ou revue de littérature); objectifs de l'étude; stratégie d'échantillonnage; assurance et contrôle qualité de la méthode (QA/QC); données des eaux usées et normalisation; données épidémiologiques; méthodes statistiques utilisées; résultats; constats; limites et biais. Le critère Constats est lui-même divisé en 3 sous-critères : 1) utilité et validité du signal viral dans les eaux usées, 2) conditions de succès et barrières et 3) interventions de santé publique possibles. Ces sous-critères sont aussi subdivisés en d'autres éléments afin de raffiner l'extraction des données.

Dans un premier temps, un membre du groupe de travail a réalisé l'extraction des données, puis un autre membre du groupe a effectué une révision de l'extraction. Celle-ci a été effectuée de façon indépendante, de façon à ce que l'extraction des données soit réalisée par au moins 2 évaluateurs, et ce, pour 56 % des publications retenues (22 sur 39). En cas de désaccord sur le contenu à extraire, des échanges entre les évaluateurs ont permis d'obtenir un consensus ainsi que de valider et d'améliorer le processus d'extraction. Les données ont ensuite été résumées, et les constats et lacunes de recherche ont été déterminés. D'ailleurs, un tableau résumé rapportant les informations, les objectifs et le niveau de qualité de chaque étude primaire figure à l'annexe 3. Un second tableau présentant les informations, les objectifs, les principaux constats et le niveau de qualité des revues de littérature se trouve quant à lui à l'annexe 4.

3.4 Évaluation de la qualité des études

La qualité des études et des revues a été évaluée de façon indépendante par deux évaluateurs. En cas de désaccord, une discussion a permis d'obtenir un consensus et ainsi améliorer la détermination de la qualité des études. Il faut noter qu'aucune étude, mis à part les revues, n'a présenté un niveau de qualité « faible » selon l'évaluation réalisée.

3.4.1 ÉTUDES PRIMAIRES

La qualité des études primaires a été évaluée à l'aide d'un outil conçu spécifiquement pour les études scientifiques primaires de type quantitatif portant sur la surveillance du virus SRAS-CoV-2 dans les eaux usées (annexe 5). L'équipe de travail a discuté de l'outil et l'a affiné par rapport à la première version élaborée en 2021 dans le contexte du rapport de l'INSPQ sur ce sujet (7). Cette nouvelle version a fait l'objet d'une évaluation de son exhaustivité, de sa justesse, de sa clarté, de son applicabilité ainsi que de sa validité par un membre de la Direction de la valorisation scientifique et de la qualité de l'INSPQ ainsi que par un professeur en technologies et pratiques en santé ayant de l'expertise en ce qui a trait aux méthodes d'évaluation de la qualité des études quantitatives, qualitatives et mixtes. Les éléments d'appréciation de la qualité des études primaires retenus pour la réalisation de l'outil sont présentés dans le tableau 3.

L'outil est constitué de deux parties : une grille d'évaluation (partie I) accompagnée d'un texte (tutoriel) expliquant la définition et le mode d'utilisation de chacun des critères (partie II). La partie I comprend une grille de 11 questions propres au domaine de recherche, chaque question étant suivie d'un nombre variable (1 à 4) de critères qui précisent les éléments recherchés dans la question générale. Les conditions requises pour répondre adéquatement à une question sont les suivantes :

- ▶ avoir répondu « oui » au nombre de critères demandés pour la question visée (ex. : 2 critères/2 signifie avoir coché « oui » à deux critères nécessaires pour valider la question);
- ▶ avoir répondu « oui », s'ils sont présents, aux critères suivis d'un astérisque (*) qui sont considérés comme essentiels pour valider la question : il s'agit de critères de qualité indispensables à la validation de la question.

Un score de 1 est attribué à chaque question lorsque les critères sont remplis. Des niveaux de qualité « élevé », « moyen » et « faible » sont attribués à chacune des études pour des scores compris respectivement entre 8 et 11, 4 et 7 ainsi que 0 et 3. Selon ces critères, parmi les 35 études primaires révisées par les pairs, 20 études scientifiques présentent un niveau de qualité « élevé », tandis que et les 15 autres présentent un niveau de qualité « moyen ».

Tableau 3 Éléments d'évaluation de la qualité des études primaires¹

Éléments d'appréciation de la qualité des études primaires
La clarté et la justification des questions de recherche
La clarté du devis de recherche et sa cohérence avec les objectifs de l'étude
La précision de la description de la méthodologie d'échantillonnage des eaux usées
La précision de la description et la qualité de la méthodologie d'analyse de l'ARN du SRAS-CoV-2 dans les eaux usées
L'utilisation et la validation d'une méthode de normalisation du signal viral mesuré
Des données épidémiologiques adaptées à la stratégie d'échantillonnage des eaux usées
La fiabilité, la description et la présentation adéquates des données épidémiologiques
La description précise et le caractère adéquat des analyses statistiques réalisées
L'intelligibilité des résultats et leur cohérence avec les objectifs et les conclusions
La valeur ajoutée de l'étude à la décision en santé publique
La déclaration des conflits d'intérêts potentiels par les auteurs

¹ Un point est attribué pour chacun des éléments d'évaluation de la qualité des études primaires.

Les critères de qualité pour lesquels les études primaires ont obtenu une proportion de réponses positives égale ou supérieure à 50 % sont les suivants : 1) clarté et justification des questions de recherche (83 %), 2) précision de la description de la méthodologie d'échantillonnage (57 %); 3) précision de la description et qualité de la méthodologie d'analyse (91 %); 4) données épidémiologiques adaptées à la stratégie d'échantillonnage (57 %); 5) fiabilité, description et présentation adéquates des données épidémiologiques (83 %); 6) précision de la description et caractère adéquat des analyses quantitatives (71 %); 7) intelligibilité des résultats et cohérence avec les objectifs et les conclusions (57 %); et 8) valeur ajoutée de l'étude (97 %) et déclaration des conflits d'intérêts potentiels par les auteurs (91 %). Les critères de qualité pour lesquels ces études ont obtenu moins de 50 % de réponses positives sont : 1) clarté et cohérence du devis avec les objectifs de l'étude (40 %) ainsi que 2) utilisation et validation d'une méthode de normalisation (49 %). Il n'est pas possible de comparer les résultats de l'évaluation de la qualité des études de la première revue à ceux de l'évaluation de la qualité de l'actuelle revue, puisque des modifications ont été apportées à l'outil d'évaluation de la qualité utilisé.

3.4.2 REVUES DE LITTÉRATURE

La qualité des revues de littérature a été évaluée à l'aide de l'outil d'évaluation AMSTAR2 (10) que le groupe de travail a déterminé comme étant l'outil le plus adéquat pour évaluer les études de type « revue » portant sur la surveillance du SRAS-CoV-2 dans les eaux usées. Des membres de la Direction de la valorisation scientifique et de la qualité (DVSQ) de l'INSPQ ont également appuyé son utilisation pour l'évaluation de la qualité des revues de littérature. Lors de la recherche documentaire, quatre revues de littérature ont été recensées conformément aux critères de sélection retenus. Toutefois, elles présentaient un niveau de qualité critiquement faible selon la grille d'évaluation AMSTAR2, ce qui était attendu, puisque trois de ces études n'étaient pas des revues systématiques, mais des revues de type narratif ou de la portée. Une revue de type systématique s'est davantage démarquée de par sa méthodologie plus robuste (11).

3.5 Niveau d'appui des constats

Pour chaque constat réalisé, le niveau d'appui est déterminé en fonction de la quantité et de la qualité des études primaires retenues ainsi que de l'adéquation des résultats entre les études. Les données provenant des revues de littérature ont été traitées en parallèle et ne sont pas intégrées au niveau d'appui des constats. Ce complément de littérature scientifique a permis d'alimenter la discussion et les perspectives de la présente revue rapide. Le niveau d'appui « élevé » pour un constat correspond à un grand nombre d'études (10 et plus) majoritairement de qualité « élevée ». Le niveau d'appui « moyen » pour un constat représente quelques études (de 3 à 9) de qualité « élevée ». Le niveau d'appui « faible » pour un constat est attribué lorsqu'il y a un nombre limité d'études (0 à 2) de qualité « élevée ». Lorsque le nombre d'études de qualité « moyenne » dépassait 5 et plus pour un constat, le niveau d'appui a été rehaussé d'un niveau. À l'issue de cette évaluation basée sur la quantité et la qualité des études, neuf constats de niveau « élevé », dix de niveau « moyen » et un de niveau « faible » ont été dégagés.

4 Principaux constats des 35 études primaires retenues

Niveau d'appui	Constats	Résumé des observations
1. Utilité et validité du signal viral dans les eaux usées		
Élevé	<p>Le signal viral dans les eaux usées est un indicateur des tendances de l'évolution temporelle de la COVID-19 dans la population à différentes échelles géographiques.</p>	<p>La surveillance du SRAS-CoV-2 dans les eaux usées est un outil permettant de suivre quantitativement les tendances temporelles de la maladie dans la population (12,13) à différentes échelles géographiques (14), en particulier dans les grandes zones urbaines et les régions sociosanitaires (15,16).</p> <p>Généralement, la surveillance du SRAS-CoV-2 dans les eaux usées à l'échelle des grandes agglomérations semble mieux refléter les données épidémiologiques de la COVID-19 que dans les petites villes (17).</p> <p>Cet indicateur de tendance semble davantage utile et sensible pour détecter quantitativement une résurgence ou une augmentation de l'incidence de la COVID-19 dans la population (18–21), en particulier dans un contexte de faible prévalence antérieure (22,23) et lorsque la capacité de test de dépistage est nulle, limitée ou restreinte dans la population (18,19,24,25).</p> <p>Aucune association quantitative claire ne semble avoir été observée avec les eaux usées lorsque le nombre de cas de COVID-19 atteint un plateau (26). Des auteurs rapportent qu'une diminution des cas de COVID-19 dans la population ne semble pas avoir été décelée de façon significative dans les eaux usées, et l'expliquent par une excrétion virale prolongée dans les selles des personnes infectées ne présentant plus de symptômes (27,28). Cependant, pour d'autres auteurs, la concentration du virus dans les eaux usées permet de confirmer les tendances à la baisse des infections (15,20,29,30).</p>

Niveau d'appui	Constats	Résumé des observations
1. Utilité et validité du signal viral dans les eaux usées (suite)		
Élevé	<p>Le signal viral dans les eaux usées pourrait servir d'outil de détection précoce de l'épidémiologie de la COVID-19.</p>	<p>Plusieurs études estiment que les mesures de concentrations de SRAS-CoV-2 dans les eaux usées pourraient, au mieux, fournir un signal d'alerte précoce devancé de 2 à 7 jours par rapport aux données de cas de COVID-19 (13,18,24,25,30–33). D'autres études rapportent que les concentrations de SRAS-CoV-2 mesurées dans les eaux usées pourraient anticiper jusqu'à 14 jours avant le nombre de cas confirmés de COVID-19 (20,26,29,34,35). La précocité du signal pouvait parfois aller jusqu'à 22 jours avant pour de grandes zones urbaines (36). Dans ces études, l'intégration d'un décalage temporel (de quelques jours à plusieurs jours) entre les données de SRAS-COV-2 dans les eaux usées et les données épidémiologiques aurait amélioré les coefficients de corrélation.</p> <p>Cette avance dégagée et son ampleur pourraient être influencées par le choix des indicateurs des eaux usées (ex. : date d'échantillonnage ou de résultats) et des indicateurs épidémiologiques (ex. : dates de début des symptômes, de prélèvement, des résultats et de déclaration) utilisés (20,29).</p> <p>Dans une étude, les mesures de SRAS-CoV-2 dans les eaux usées rapportées par date d'échantillonnage n'étaient pas un indicateur en avance par rapport aux données épidémiologiques (37), tandis que, dans deux autres études, les concentrations de SRAS-CoV-2 mesurées dans les eaux usées étaient associées aux cas sans avance ni retard (20,35). Cependant, comme le mentionne l'étude de Feng <i>et al.</i> (37), la déclaration des cas peut prendre plusieurs jours, voire plusieurs semaines, avant que l'information ne parvienne aux responsables de la santé publique, et, dans ce cas, les eaux usées pourraient fournir des informations plus rapidement.</p>

Niveau d'appui	Constats	Résumé des observations
1. Utilité et validité du signal viral dans les eaux usées (suite)		
Élevé	Le signal viral dans les eaux usées pourrait servir d'outil de détection précoce de l'épidémiologie de la COVID-19 (suite).	<p>À long terme, les programmes de surveillance sanitaire de la COVID-19 basés sur les données cliniques (hospitalisation, décès, etc.) et les résultats de dépistage individuel pourraient être réduits. Cela notamment en raison de la variabilité induite par les différences de nature et de disponibilité des services et des tests de dépistage selon les pays ou les régions et de la lourdeur du processus de mise en œuvre du dépistage. La surveillance basée sur les eaux usées pourra alors servir d'outil de détection précoce d'une augmentation de la circulation du SRAS-CoV-2 dans la population.</p> <p>La surveillance du SRAS-CoV-2 dans les eaux usées pourrait potentiellement servir de « système d'alerte précoce » pour surveiller les tendances de la transmission du SRAS-CoV-2. La plupart des études rapportent qu'elle exige de bons rendements d'échantillonnage, d'analyse et de traitement de données, ce qui représente encore à ce jour un défi. La sensibilité de la méthode de détection, en particulier par la neutralisation des inhibiteurs, est aussi nécessaire et doit être améliorée (20,35,37). Il serait intéressant de disposer de plus d'études qui examinent la sensibilité et la valeur prédictive positive des données de SRAS-CoV-2.</p>

Niveau d'appui	Constats	Résumé des observations
1. Utilité et validité du signal viral dans les eaux usées (suite)		
Élevé	<p>L'utilisation du signal viral dans les eaux usées est une approche indépendante, complémentaire et probablement économiquement rentable à la surveillance sanitaire basée sur les données cliniques.</p>	<p>La surveillance du SRAS-CoV-2 dans les eaux usées est une approche visant la communauté dans son ensemble plutôt que l'individu. Elle fournit des données indépendantes et complémentaires aux indicateurs cliniques de surveillance sanitaire de la COVID-19, qui sont importantes pour le processus décisionnel de santé publique (14,19,21,35–37).</p> <p>Elle fournit également des informations sur la transmission asymptomatique de la maladie dans la population (13,25).</p> <p>Il s'agit d'un outil potentiellement rentable et rapide par rapport au déploiement massif de tests de dépistage (13,14,38), et ce, même dans les zones rurales (20).</p>
2. Approche méthodologique à privilégier et conditions de succès ainsi que barrières de la surveillance des eaux usées		
<i>2.1. Stratégie d'échantillonnage des eaux usées</i>		
Moyen	<p>Un système de surveillance du SRAS-CoV-2 dans les eaux usées efficace doit inclure de préférence une fréquence d'échantillonnage élevée, qui doit s'adapter en fonction de la situation épidémiologique dans la population et de l'objectif de vigie ciblé par la santé publique.</p>	<p>Une fréquence élevée d'échantillonnage permet d'avoir une bonne représentativité des données de SRAS-CoV-2 dans les eaux usées (16,36) ainsi qu'une meilleure résolution temporelle (36). En effet, l'obtention d'un signal d'alerte précoce dans les eaux usées en temps réel ne peut être réalisée sans échantillonnage fréquent conjugué à une livraison et à une analyse rapide des échantillons, idéalement le jour même (21).</p> <p>Selon une étude, le schéma d'échantillonnage le moins exigeant en ressources et qui maintient un haut degré de confiance dans l'observation des changements de concentration de SRAS-CoV-2 dans les eaux usées semble être celui de trois jours non consécutifs par semaine (37). Cette fréquence d'échantillonnage permettait de détecter les changements significatifs dans la concentration afin de montrer les tendances dans le temps.</p>

Niveau d'appui	Constats	Résumé des observations
2. Approche méthodologique à privilégier et conditions de succès ainsi que barrières de la surveillance des eaux usées (suite)		
<i>2.1. Stratégie d'échantillonnage des eaux usées (suite)</i>		
Moyen	<p>Un système de surveillance du SRAS-CoV-2 dans les eaux usées efficace doit inclure de préférence une fréquence d'échantillonnage élevée, qui doit s'adapter en fonction de la situation épidémiologique dans la population et de l'objectif de vigie ciblé par la santé publique (suite).</p>	<p>Une augmentation proportionnelle de la fréquence d'échantillonnage pourrait être nécessaire lorsque le nombre de cas actifs de SRAS-CoV-2 dans la population est faible et commence à augmenter afin de capter adéquatement cette augmentation (21).</p> <p>À l'inverse, une fréquence trop faible (par exemple d'une à deux fois par semaine ou une fois toutes les deux semaines) génère beaucoup d'incertitudes en ce qui concerne les données de SRAS-CoV-2 et ne suffit pas pour la détection des tendances (32,39). Cependant, dans le cas de l'utilisation des données issues des eaux usées pour un suivi à long terme de la circulation du virus, les programmes hebdomadaires sont acceptables (37).</p>
	<p>Les échantillons d'effluents d'eaux usées composites sur 24 heures prélevés par des échantillonneurs automatiques sont représentatifs de la réelle concentration de SRAS-CoV-2 dans les eaux usées au cours du temps.</p>	<p>Bien qu'il semble se dégager de la littérature que la phase solide de l'effluent (particules en suspension) présente une meilleure récupération de l'ARN par rapport à la phase liquide (40), quelques études ne rapportent aucune différence entre les deux phases (16,33) ou parfois un meilleur taux de récupération de l'ARN dans la phase liquide de l'effluent par rapport à la phase solide (20). Les auteurs de cette dernière étude ont observé des associations quantitatives plus fortes entre les données environnementales et épidémiologiques en utilisant la fraction liquide. En effet, la détection de l'ARN en phase liquide semble montrer moins de variabilité en lien avec sa nature plus homogène que les fractions solides (40).</p>

Niveau d'appui	Constats	Résumé des observations
2. Approche méthodologique à privilégier et conditions de succès ainsi que barrières de la surveillance des eaux usées (suite)		
<i>2.1. Stratégie d'échantillonnage des eaux usées (suite)</i>		
Moyen	<p>Les échantillons d'effluents d'eaux usées composites sur 24 heures prélevés par des échantillonneurs automatiques sont représentatifs de la réelle concentration de SRAS-CoV-2 dans les eaux usées au cours du temps. (suite)</p>	<p>Ce type d'échantillon semble également utile pour comparer les données de plusieurs stations d'épuration échantillonnées, stations qui peuvent varier selon la taille et le système de traitement des usines (20). Toutefois, il ne semble toujours pas y avoir de consensus dans la littérature scientifique sur la matrice qui présente les meilleures performances de détection du SRAS-CoV-2 en termes de variabilité du signal. En ce sens, la détection du SRAS-CoV-2 dans les eaux usées sur les fractions solides et liquides de l'effluent, réalisée en parallèle, pourrait être plus efficace et améliorer l'acuité des analyses (32).</p> <p>Les échantillons de type composite sur 24 heures fournissent des mesures représentatives des concentrations de SRAS-CoV-2 dans les eaux usées (37) et permettent d'améliorer la corrélation entre les concentrations de SRAS-CoV-2 dans les eaux usées et l'incidence de la COVID-19 (18).</p> <p>Enfin, l'utilisation d'un échantillonneur automatique permet une meilleure représentativité des excréctions journalières de SRAS-CoV-2 dans les eaux usées (32). Il apparaît également qu'un plus grand taux de positivité est attribuable aux échantillonneurs automatiques plutôt qu'aux échantillonneurs manuels (36).</p>

Niveau d'appui	Constats	Résumé des observations
2. Approche méthodologique à privilégier et conditions de succès ainsi que barrières de la surveillance des eaux usées (suite)		
<i>2.2. Processus de normalisation des données des eaux usées</i>		
Élevé	<p>La normalisation des données des eaux usées à l'aide de bio-indicateurs viraux (virus) présents dans les matières fécales humaines (ex. : virus de la marbrure légère du piment – PMMoV, CrAssphage) n'améliore pas systématiquement leur association avec les données épidémiologiques.</p>	<p>Plusieurs études rapportent que l'utilisation de concentrations de SRAS-CoV-2 normalisées par les bio-indicateurs viraux humains tels que le PMMoV ou le CrAssphage ne renforce pas de manière significative la corrélation ni le coefficient de corrélation entre les données d'incidence de la COVID-19 et le signal dans les eaux usées par rapport aux concentrations brutes de SRAS-CoV-2 (16–18,23,31,33,35,37).</p> <p>Ce type de normalisation par les bio-indicateurs a une utilité limitée lors de la comparaison d'échantillons d'eaux usées de type composite dans une région ou un bassin versant avec des flux d'eaux usées stables. En effet, l'ajout d'un test de quantification d'un biomarqueur peut introduire une variation analytique supplémentaire qui pourrait l'emporter sur les avantages de la normalisation (35).</p> <p>La normalisation en fonction du marqueur viral humain tel que le PMMoV pourrait plutôt être utilisée dans des stratégies d'échantillonnage où les charges fécales seraient très variables (28). Elle semble également utile pour comparer les résultats provenant de différentes stations d'épuration et permet de minimiser l'influence des débits diurnes irréguliers des eaux usées (19,22). Enfin, cette normalisation peut être employée afin de permettre une comparaison des résultats provenant de laboratoires différents se servant de méthodes d'analyses distinctes (33).</p>

Niveau d'appui	Constats	Résumé des observations
2. Approche méthodologique à privilégier et conditions de succès ainsi que barrières de la surveillance des eaux usées (suite)		
<i>2.2. Processus de normalisation des données des eaux usées (suite)</i>		
Moyen	<p>La normalisation à l'aide du débit des eaux usées est un processus qui diminue la variabilité dans les données des eaux usées.</p>	<p>De fortes relations significatives et quantitatives ont été observées en comparant les concentrations de SRAS-CoV-2 dans les eaux usées normalisées par le débit quotidien (appelées également charges virales) avec les données épidémiologiques, plutôt qu'avec les concentrations brutes de SRAS-CoV-2 (12). Les concentrations de SRAS-CoV-2 normalisées par le débit quotidien (ou charges virales) semblent être un meilleur prédicteur des données épidémiologiques que les concentrations d'ARN de SRAS-CoV-2 simplement pondérées par la population correspondante au site d'échantillonnage (24,26).</p> <p>La normalisation par le débit permet de diminuer les variations temporelles (ex. : d'une semaine à l'autre) et spatiales (ex. : d'un site à l'autre), mais ne modifie pas les tendances observées (26). Elle semble être utile en particulier lorsque le système d'égouts est combiné (eaux domestiques et eaux pluviales) pour tenir compte des différences dans la consommation d'eau par habitant et de la variabilité des débits d'eaux usées engendrée par les apports d'eau non domestique - ex. : événements de pluie (15).</p> <p>Lorsque les données quotidiennes sur le débit des eaux usées sont manquantes, l'utilisation de la concentration d'ammonium (NH₄⁺) dans les eaux usées pour calculer la charge virale pourrait être utilisée comme alternative robuste et fiable (12).</p>

Niveau d'appui	Constats	Résumé des observations
2. Approche méthodologique à privilégier et conditions de succès ainsi que barrières de la surveillance des eaux usées (suite)		
<i>2.2. Processus de normalisation des données des eaux usées (suite)</i>		
Moyen	La normalisation à l'aide du débit des eaux usées est un processus qui diminue la variabilité dans les données des eaux usées. (suite)	Actuellement, il ne semble pas exister de processus de normalisation idéal. Cependant, la méthode de normalisation privilégiée devrait refléter le nombre de personnes d'une population connectées au système d'égouts, présenter des variations temporelles et spatiales minimales dans les eaux usées, être mesurée simultanément sur l'échantillon utilisé pour déterminer la concentration virale, être rapide et facile à mesurer, et être idéalement bon marché afin de permettre une fréquence d'analyse élevée stable (35,39).
<i>2.3 Processus internes d'assurance qualité et de contrôle de qualité (AQ/CQ) des analyses de laboratoire</i>		
Élevé	Une priorité doit être accordée aux processus internes d'assurance qualité et de contrôle de la qualité (AQ/CQ) dans les analyses en laboratoire des eaux usées.	Quoique les méthodes de concentration, d'extraction et de quantification de l'ARN du SRAS-CoV-2 dans les eaux usées semblent encore varier entre les études, on note que les programmes de surveillance du SRAS-CoV-2 dans les eaux usées à grande échelle portent une attention particulière au développement de protocoles standardisés et d'évaluation de la performance des méthodes analytiques à l'aide des processus d'assurance qualité et de contrôle de la qualité – AQ/CQ (12–18,21,23,25,26,28–30,33–36,40–44). Ces procédures sont essentielles afin de pouvoir comparer les concentrations d'ARN du SRAS-CoV-2 des eaux usées dans le temps et entre les différentes sources d'eaux usées.

Niveau d'appui	Constats	Résumé des observations
2. Approche méthodologique à privilégier et conditions de succès ainsi que barrières de la surveillance des eaux usées (suite)		
<i>2.3 Processus internes d'assurance qualité et de contrôle de qualité (AQ/CQ) des analyses de laboratoire (suite)</i>		
Élevé	<p>Une priorité doit être accordée aux processus internes d'assurance qualité et de contrôle de la qualité (AQ/CQ) dans les analyses en laboratoire des eaux usées (suite).</p>	<p>On constate que, généralement, les études appliquent des contrôles de mesures quantitatives tels que la réplication des échantillons ainsi que l'utilisation de contrôles positifs et négatifs de même que de contrôles standards. Ces contrôles de mesures permettent de tenir compte de la variabilité de l'échantillon et contribuent à la qualité et à l'utilité des données.</p> <p>L'usage de contrôles internes tels que les contrôles de récupération de la matrice (ex. : le coronavirus respiratoire bovin) permettent de comprendre le degré de perte de l'ARN du SRAS-CoV-2 dans un échantillon, particulièrement quand les concentrations sont proches de la limite de détection ou lorsqu'une quantification absolue est souhaitée (31).</p> <p>Des variations du taux de récupération semblent être observées dans les échantillons des eaux usées, et les facteurs de cette variabilité ne sont pas encore bien compris. La composition de la matrice des eaux usées, les traitements appliqués à l'échantillon d'eaux usées au cours des processus de quantification (ex. : la variation du pH, de la température) ou l'utilisation de méthodes de concentration plus ou moins performantes peuvent contribuer à une mauvaise récupération des virus (13,31,34).</p>

Niveau d'appui	Constats	Résumé des observations
2. Approche méthodologique à privilégier et conditions de succès ainsi que barrières de la surveillance des eaux usées (suite)		
<i>2.3 Processus internes d'assurance qualité et de contrôle de qualité (AQ/CQ) des analyses de laboratoire (suite)</i>		
Élevé	Une priorité doit être accordée aux processus internes d'assurance qualité et de contrôle de la qualité (AQ/CQ) dans les analyses en laboratoire des eaux usées (suite).	L'évaluation de l'ampleur de l'inhibition présente dans les réactions moléculaires (étape de quantification – PCR) ainsi que l'évaluation de la limite de quantification (soit la sensibilité de la méthode en établissant un seuil de copies cibles/ml d'eaux usées en dessous duquel le signal ne peut pas être détecté avec précision, mais peut être rapporté de manière qualitative) sont également des procédures de contrôle de laboratoire à considérer pour s'assurer de la validité et de la fiabilité des données relatives aux eaux usées (35) .
<i>2.4. Variabilité spatiale et temporelle des concentrations de SRAS-CoV-2 dans les eaux usées</i>		
Élevé	La matrice et la composition physicochimique des eaux usées, la taille, la longueur et le type de réseau d'égouts ainsi que le type de milieu desservi influencent les concentrations de SRAS-CoV-2 dans les eaux usées.	Certaines études rapportent que la variation de la concentration de SRAS CoV-2 dans les eaux usées entre les stations d'épuration ne semble proportionnelle ni à la variation des cas confirmés, ni à leur incidence dans la population (19,23), ni aux différences de populations infectées entre les sites d'échantillonnage (26). Cette découverte donne à penser que les eaux usées sont une matrice complexe en raison de nombreux facteurs pouvant interférer avec les résultats de concentrations de SRAS-CoV-2.

Niveau d'appui	Constats	Résumé des observations
2. Approche méthodologique à privilégier et conditions de succès ainsi que barrières de la surveillance des eaux usées (suite)		
<i>2.4. Variabilité spatiale et temporelle des concentrations de SRAS-CoV-2 dans les eaux usées (suite)</i>		
Élevé	<p>La matrice et la composition physicochimique des eaux usées, la taille, la longueur et le type de réseau d'égouts ainsi que le type de milieu desservi influencent les concentrations de SRAS-CoV-2 dans les eaux usées (suite).</p>	<p>Parmi ces facteurs, on note la durée du trajet (longueur du réseau) jusqu'à l'entrée de la station d'épuration, en particulier dans les grandes zones urbaines, qui semble induire une dégradation de l'ARN dans les eaux usées en lien avec un temps de séjour plus long (17,20,23,25,28,35,43,36).</p> <p>La taille du bassin versant et de la station d'épuration semble également être un facteur de variation (12,19,21,44,45). Cette variabilité apparaît plus importante au niveau des petites communautés en lien avec le faible nombre de personnes excrétrices. En effet, on pourrait observer une variation temporelle élevée, ce qui augmenterait le risque de faux négatif (12,26). Dans cette situation, la non-détection d'ARN du SARS-CoV-2 dans l'effluent des eaux usées ne garantit pas l'absence de personnes infectées (17)</p> <p>Le type de réseau d'égouts peut avoir une influence sur les données issues des eaux usées (29). Les systèmes d'égouts dits combinés (par opposition à séparés) peuvent collecter, en plus des eaux usées résidentielles et celles des zones industrielles, les eaux pluviales. Ces apports d'eaux non domestiques peuvent modifier le débit, par exemple par des phénomènes de dilution, ainsi que la composition physicochimique de la matrice des eaux usées (15,17,21,39–41).</p>

Niveau d'appui	Constats	Résumé des observations
2. Approche méthodologique à privilégier et conditions de succès ainsi que barrières de la surveillance des eaux usées (suite)		
<i>2.4. Variabilité spatiale et temporelle des concentrations de SRAS-CoV-2 dans les eaux usées (suite)</i>		
Élevé	<p>La matrice et la composition physicochimique des eaux usées, la taille, la longueur et le type de réseau d'égouts ainsi que le type de milieu desservi influencent les concentrations de SRAS-CoV-2 dans les eaux usées (suite).</p>	<p>Il faut noter qu'il y a un manque d'études montrant les effets des événements météorologiques sur les données issues de la surveillance du SRAS-CoV-2 dans les eaux usées. La plupart des études ont été réalisées au printemps ou en été, ce qui souligne la nécessité d'évaluer l'impact des saisons caractérisées par de fortes pluies ou la fonte des neiges, qui pourraient influencer les concentrations de SRAS-CoV-2 dans les eaux usées.</p> <p>L'état du réseau d'égouts peut également être une source de variations, en particulier lorsque celui-ci est endommagé. Ces dommages peuvent entraîner des pertes d'eaux usées (36).</p> <p>Connaître le type de milieu desservi par le réseau, par exemple, savoir s'il s'agit d'une zone résidentielle plutôt qu'une zone industrielle ou touristique peut être utile afin de contextualiser et d'interpréter l'ensemble des données de SRAS-CoV-2 dans les eaux usées (18,24,27). Les touristes et les travailleurs représentent des personnes excrétrices en transit (non résidentes), et elles peuvent avoir un impact sur les concentrations de SRAS-CoV-2 en induisant des incidences positives ou négatives sur les données issues des eaux usées (18,26,39).</p> <p>L'ensemble de ces facteurs de variation semble influencer davantage sur la détection et la quantification de l'ARN du SRAS-Cov-2, en particulier lors de conditions de faible prévalence (17,34).</p>

Niveau d'appui	Constats	Résumé des observations
2. Approche méthodologique à privilégier et conditions de succès ainsi que barrières de la surveillance des eaux usées (suite)		
<i>2.4. Variabilité spatiale et temporelle des concentrations de SRAS-CoV-2 dans les eaux usées (suite)</i>		
Moyen	<p>Les variations et les incertitudes associées aux propriétés d'excrétion virale du SRAS-CoV-2 dans les selles entraînent une variabilité des données provenant des eaux usées.</p>	<p>La quantité et la durée de l'excrétion virale individuelle varient avant, pendant et après les phases présymptomatiques de la COVID-19 chez une même personne et d'une personne à l'autre (33,39).</p> <p>De plus, le taux d'excrétion moyen du virus SRAS-CoV-2 dans les selles d'une personne infectée et entre des personnes infectées peut également différer selon le variant viral concerné, le statut vaccinal et immunitaire ainsi que les divers moyens thérapeutiques mis en œuvre (39,43).</p> <p>Ces facteurs de variabilité et les incertitudes associées, tout comme les autres exposés dans cette sous-section (2.4), font en sorte qu'actuellement les concentrations du virus SRAS-CoV-2 dans les eaux usées ne peuvent pas être utilisées pour estimer de manière fiable le nombre ou le pourcentage de personnes infectées au sein d'une communauté.</p>
Moyen	<p>Les étapes comprises dans la méthodologie des eaux usées (collecte, transport, analyses en laboratoire) peuvent influencer les concentrations de SRAS-CoV-2 dans les eaux usées.</p>	<p>Certaines études indiquent que les conditions de collecte et de transport pourraient avoir une influence sur les résultats d'analyse des données provenant des eaux usées (14,28). Par ailleurs, la manipulation des échantillons peut influencer l'estimation de la quantité de virus (20,28). Par exemple, certains échantillons peuvent être décongelés pendant le transport vers le laboratoire, entraînant un cycle de congélation-décongélation supplémentaire pouvant dégrader le signal (35). Il faut noter que le virus SRAS-CoV-2 n'est cependant pas fortement dégradé lors du stockage dans de bonnes conditions (28). La variation de la sensibilité de détection peut aussi être attribuée aux différentes méthodes expérimentales employées en laboratoire (22).</p>

Niveau d'appui	Constats	Résumé des observations
2. Approche méthodologique à privilégier et conditions de succès ainsi que barrières de la surveillance des eaux usées (suite)		
<i>2.5. Diversité des indicateurs épidémiologiques utilisés pour comparer avec les données des eaux usées</i>		
Élevé	<p>Les indicateurs épidémiologiques utilisés pour comparer avec les indicateurs des eaux usées varient encore grandement d'une étude à l'autre. Une tendance à employer de préférence les données d'incidence par rapport aux données de prévalence semble se dégager.</p>	<p>Le choix de l'indicateur épidémiologique varie encore beaucoup entre les études. La plupart des études révisées se servent des données épidémiologiques d'incidence par rapport aux données de prévalence. Par exemple, le nombre de nouveaux cas quotidiens (14,15,23,28,29,31,36,44), le nombre de nouveaux cas quotidiens ou hebdomadaires sur 100 000 habitants – taux (20,32,39,40) et le nombre cumulé de nouveaux cas (26) semblent être les données les plus souvent employées.</p> <p>En raison de la variabilité des indicateurs utilisés dans les études ainsi que des résultats, il semble encore approprié de comparer les données des eaux usées avec plusieurs indicateurs épidémiologiques afin de dégager différentes nuances dans les corrélations entre les données des eaux usées et les données épidémiologiques.</p>
Moyen	<p>Les stratégies, les pratiques et la capacité de diagnostic du SRAS-CoV-2 par test PCR ou par test de dépistage rapide varient dans le temps et dans l'espace, complexifiant la comparaison des données épidémiologiques avec les données des eaux usées.</p>	<p>Plusieurs études soulignent les difficultés inhérentes lors de la comparaison quantitative entre les concentrations de SRAS-CoV-2 des eaux usées et les indicateurs épidémiologiques en lien avec des variations dans les données épidémiologiques.</p> <p>Des facteurs de variation semblent être associés aux résultats issus des tests de dépistage individuel par PCR (18,19). Les résultats issus des tests de dépistage peuvent être limités et non aléatoires (18,40,42). Ils peuvent présenter un manque de sensibilité. En effet, cette modalité de surveillance ne peut capter qu'une fraction de la population infectée et ne comptabilise pas les personnes asymptomatiques. Elle conduit donc souvent à une sous-estimation de l'incidence de l'infection dans la population (17,20,21,35).</p>

Niveau d'appui	Constats	Résumé des observations
2. Approche méthodologique à privilégier et conditions de succès ainsi que barrières de la surveillance des eaux usées (suite)		
<i>2.5. Diversité des indicateurs épidémiologiques utilisés pour comparer avec les données des eaux usées (suite)</i>		
Moyen	<p>Les stratégies, les pratiques et la capacité de diagnostic du SRAS-CoV-2 par test PCR ou par test de dépistage rapide varient dans le temps et dans l'espace, complexifiant la comparaison des données épidémiologiques avec les données des eaux usées (suite).</p>	<p>Il peut y avoir une recrudescence de tests suite à des épidémies locales liées à un lieu de travail. Des changements peuvent également survenir en ce qui concerne l'admissibilité aux tests PCR et les pratiques de diagnostic du SRAS-CoV-2 (ex. : introduction de tests antigéniques rapides) au cours des différentes vagues de la pandémie (17–19,24,42). Une étude a mis en évidence le fait que les données épidémiologiques de la deuxième vague étaient meilleures que celles de la première vague. Ceci semble être attribuable au fait que les autorités sanitaires ont pu diagnostiquer une plus grande proportion du nombre réel de cas au cours de la deuxième vague comparativement à la première vague (24). À l'inverse, le nombre de cas actifs a peut-être été sous-estimé dans les dernières phases de la pandémie, car les capacités administratives étaient de plus en plus limitées et le système de santé soumis à une pression prolongée (17,26).</p> <p>Enfin, le nombre de personnes présentant des symptômes ou ayant été en contact avec des cas confirmés qui acceptent de se faire dépister semble avoir diminué au cours de la pandémie, en particulier lors des périodes de forte incidence, ce qui a certainement eu comme effet de sous-estimer l'incidence de la maladie dans la population (33,39).</p>

Niveau d'appui	Constats	Résumé des observations
2. Approche méthodologique à privilégier et conditions de succès ainsi que barrières de la surveillance des eaux usées (suite)		
<i>2.5. Diversité des indicateurs épidémiologiques utilisés pour comparer avec les données des eaux usées (suite)</i>		
Moyen	<p>Les résultats des comparaisons entre les données épidémiologiques et les données des eaux usées peuvent varier en fonction des délais de réception des déclarations de cas ainsi que des dates et des endroits couverts par les données épidémiologiques.</p>	<p>Un autre élément qui induit une variabilité dans l'association entre les données épidémiologiques ainsi que les données des eaux usées et l'évaluation de la précocité du signal est la date prise en compte pour les données des tests PCR cliniques. Par exemple, les résultats de ces tests peuvent être rapportés en fonction de la date de début des symptômes, de prélèvement, de confirmation des résultats ou de déclaration (19,29).</p> <p>Certaines études mentionnent également qu'il semble y avoir eu des délais dans les déclarations de cas aux autorités (31) et des biais régionaux dans le rapport des résultats de tests (15,42).</p> <p>Il peut aussi être complexe de déterminer les résultats de tests à inclure ou non lors de l'interprétation, par exemple pour des touristes qui étaient temporairement présents au moment d'une forte prévalence (21). Le manque d'informations précises sur la géolocalisation des cas déclarés correspondant à la zone desservie par la station d'épuration peut également induire des variations dans les données épidémiologiques et dans les associations quantitatives (21,36).</p>

Niveau d'appui	Constats	Résumé des observations
2. Approche méthodologique à privilégier et conditions de succès ainsi que barrières de la surveillance des eaux usées (suite)		
<i>2.6. Concepts épidémiologiques et statistiques</i>		
Élevé	L'utilisation de moyennes mobiles hebdomadaires ou d'une autre méthode de lissage des données d'incidence diminue la variabilité et améliore les corrélations entre les concentrations virales dans les eaux usées et les données de cas cliniques.	L'utilisation de moyennes mobiles, par exemple sur 5 jours (23,36) ou sur 7 jours, du nombre de nouveaux cas (16,29,30,40,43) semble améliorer la relation quantitative avec les données des eaux usées par rapport aux données quotidiennes de cas.
Moyen	La force de l'association quantitative entre les deux types de données (cas cliniques et eaux usées) est variable, et cela est lié à l'incertitude inhérente aux données et à l'utilisation d'approches statistiques simples.	<p>La force des associations quantitatives entre les concentrations de SRAS-CoV-2 dans les eaux usées (normalisées ou non) et les données épidémiologiques varie d'un site d'échantillonnage à l'autre en raison de plusieurs facteurs influençant aussi bien les données issues des eaux usées que les données épidémiologiques (12,15,16,19,29,36,43). À titre d'exemple, la perte de corrélation entre les indicateurs épidémiologiques et les données agrégées des échantillons d'eaux usées au cours de la phase descendante peut être liée au sous-dénombrement des cas de COVID-19 rapportés dans la population ou à la possibilité d'une excrétion virale dans les eaux usées qui se poursuit pendant des semaines à la suite du diagnostic et de la disparition des symptômes (27).</p> <p>Des études rapportent qu'il semble nécessaire de connaître les facteurs influençant les deux types de données afin d'améliorer la force des relations quantitatives (12,29,33). L'utilisation de modèles intégrant davantage les variables environnementales plutôt que de simples modèles d'association de deux variables quantitatives pourrait aider à améliorer l'interprétation des résultats issus de la surveillance du SRAS-CoV-2 dans les eaux usées (25), notamment les résultats qui sont inférieurs à la limite de quantification de la méthode (17).</p>

Niveau d'appui	Constats	Résumé des observations
2. Approche méthodologique à privilégier et conditions de succès ainsi que barrières de la surveillance des eaux usées (suite)		
<i>2.6. Concepts épidémiologiques et statistiques (suite)</i>		
Moyen	<p>La force de l'association quantitative entre les deux types de données (cas cliniques et eaux usées) est variable, et cela est lié à l'incertitude inhérente aux données et à l'utilisation d'approches statistiques simples (suite).</p>	<p>De plus, ces analyses d'associations sont souvent limitées par la méthode statistique utilisée, car les concentrations de SRAS-CoV-2 dans les eaux usées et les données de cas de COVID-19 sont autocorrélées, et l'autocorrélation doit être modélisée avant d'effectuer des corrélations croisées (37).</p> <p>Enfin, l'établissement d'un lien précis entre la concentration de SRAS-CoV-2 dans les eaux usées et la prévalence populationnelle de la maladie reste un défi et nécessite des recherches supplémentaires.</p>
	<p>L'agrégation des données de SRAS-CoV-2 dans les eaux usées et des données épidémiologiques pour un ensemble de stations d'épuration et de villes peut contribuer à obtenir de bonnes corrélations, sous certaines conditions.</p>	<p>Des études ont rapporté de bonnes corrélations avec les indicateurs épidémiologiques lorsque les données de concentration de SRAS-CoV-2 dans les eaux usées normalisées (par le débit ou par un biomarqueur fécal humain comme le PMMoV) et ajustées pour la population étaient agrégées entre les sites (27,35,36) à l'échelle des régions administratives (41) et pour un sous-ensemble de stations d'épuration (15).</p> <p>La combinaison des données de plusieurs bassins versants permet en général une variabilité moindre des données et de meilleures corrélations.</p>

Niveau d'appui	Constats	Résumé des observations
2. Approche méthodologique à privilégier et conditions de succès ainsi que barrières de la surveillance des eaux usées (suite)		
<i>2.6. Concepts épidémiologiques et statistiques (suite)</i>		
Faible	<p>Les résultats de la corrélation entre les données de SRAS-COV-2 dans les eaux usées et l'incidence dans la population semblent être propres à la station de traitement d'épuration d'où proviennent les échantillons.</p>	<p>Il semble que la surveillance du SRAS-CoV-2 dans les eaux usées devrait être validée pour chaque station d'épuration individuellement (12,19,37). L'interprétation des tendances est d'autant plus valide lorsque les données sont produites par le même laboratoire avec la même méthode, ou que les protocoles sont validés et les données normalisées pour rendre comparables les données provenant de différents laboratoires et de diverses stations d'épuration (19).</p> <p>Les futures recherches devraient continuer à se pencher sur la façon de mettre à l'échelle de manière appropriée les données provenant de différentes usines afin de permettre des comparaisons entre les usines (37) et donc entre les villes échantillonnées.</p>
3. Applications et interventions possibles en santé publique basées sur les données issues de la surveillance du SRAS-CoV-2 dans les eaux usées		
Élevé	<p>Les interventions de santé publique qui peuvent être basées sur les résultats obtenus pour les eaux usées ne sont pas bien établies, en particulier pour la surveillance au niveau des grandes villes, pas plus que le seuil de charge virale dans les eaux usées à partir duquel ces interventions peuvent être déployées.</p>	<p>Bien que le lien implicite entre la surveillance du SRAS-CoV-2 dans les eaux usées et la prise de décision en matière de santé publique puisse sembler évident, il ne ressort pas des études retenues au cours de cette revue que les données ont été employées pour poser des actions concrètes en santé publique dans un contexte de surveillance à grande échelle urbaine.</p> <p>La majorité des études primaires de la revue (soit 34 études sur 35) ne font pas état d'interventions posées en lien avec les données de surveillance issues des eaux usées. Une seule étude (27) rapporte que les autorités de santé publique ont déployé des efforts spécifiques dans une ville aux États-Unis en réponse aux résultats issus des données des eaux usées.</p>

Niveau d'appui	Constats	Résumé des observations
3. Applications et interventions possibles en santé publique basées sur les données issues de la surveillance du SRAS-CoV-2 dans les eaux usées (suite)		
Élevé	<p>Les interventions de santé publique qui peuvent être basées sur les résultats obtenus pour les eaux usées ne sont pas bien établies, en particulier pour la surveillance au niveau des grandes villes, pas plus que le seuil de charge virale dans les eaux usées à partir duquel ces interventions peuvent être déployées (suite).</p>	<p>Les interventions menées ont été une sensibilisation accrue des communautés à risque présentant une forte prévalence et le déploiement de cliniques de vaccinations mobiles.</p> <p>Selon les études mentionnées ci-dessus, il semble que l'un des facteurs limitant la capacité de la surveillance des eaux usées à fournir le soutien nécessaire à la prise de décision en santé publique dans les villes est l'absence de seuils de concentration de SRAS-CoV-2 dans les eaux usées prédéfinis qui permettraient d'amorcer des actions en santé publique. Ces seuils d'action devraient s'adapter à différents éléments, tels les sites d'échantillonnage, les phases de la pandémie et les modalités de gestion souhaitées. L'établissement de seuils d'action basés sur ces données semble être un défi en raison des nombreux facteurs influençant les concentrations d'ARN du SRAS-CoV-2 mesurées dans les eaux usées et leurs effets sur les concentrations de SRAS-CoV-2 qui sont encore à l'étude.</p>
Moyen	<p>Dans un contexte de surveillance et d'interventions à grande échelle, les données des eaux usées pourraient être davantage utiles pour confirmer les tendances temporelles et spatiales observées dans la population et évaluer l'efficacité des mesures de prévention mises en place.</p>	<p>Selon la situation épidémiologique, la surveillance des eaux usées peut indiquer que la prévalence de la COVID-19 dans une zone est inexistante, faible ou en baisse, renforçant ainsi la décision que les restrictions de santé publique pourraient être assouplies (20). La confirmation d'une forte augmentation des concentrations de SRAS-CoV-2 dans les eaux usées peut inciter les autorités à augmenter leurs messages de santé publique destinés à la population et à rester en alerte en vue de détecter de nouvelles tendances. Cette surveillance est particulièrement pertinente dans les contextes de disponibilité limitée des tests cliniques ou de fréquence élevée de cas asymptomatiques (40).</p>

Niveau d'appui	Constats	Résumé des observations
3. Applications et interventions possibles en santé publique basées sur les données issues de la surveillance du SRAS-CoV-2 dans les eaux usées (suite)		
Moyen	<p>Dans un contexte de surveillance et d'interventions à grande échelle, les données des eaux usées pourraient être davantage utiles pour confirmer les tendances temporelles et spatiales observées dans la population et évaluer l'efficacité des mesures de prévention mises en place (suite).</p>	<p>Elle peut également être utile dans les zones où les tests cliniques sont plus difficiles à déployer comme dans les communautés rurales isolées (20).</p> <p>La surveillance des eaux usées pourrait être utilisée pour évaluer l'efficacité des mesures de prévention et les restrictions en matière de santé publique ou d'autres interventions dans les zones où les concentrations d'ARN de SRAS-CoV-2 dans les eaux usées indiquent un changement de tendance dans le temps (15,18,20,25,40). En ce sens, une étude a souligné que les données issues des eaux usées ont permis de confirmer le succès des mesures de confinement au cours de la pandémie (18).</p>

5 Évolution des constats

Cette recension des écrits est une mise à jour de la revue de littérature sur les conditions de faisabilité et l'utilité de la surveillance de la COVID-19 à l'aide du monitoring du SRAS-CoV-2 dans les eaux usées publiée en 2022. Les objectifs de la première revue étaient de fournir une base de connaissances pour mieux comprendre comment les organisations de santé publique pourraient se servir de cet outil de vigie pour compléter d'autres indicateurs de vigie de la COVID-19. Elle avait permis de dégager de premiers constats en matière d'utilité et de validité des données des eaux usées ainsi que d'options méthodologiques à privilégier. Des barrières et des facteurs facilitant l'intégration de ces données à un système de surveillance de la COVID-19 avaient également été mis en lumière. Sur la base de nouvelles données issues de 39 études scientifiques (35 études primaires et 4 revues de littérature, soit plus du triple d'articles scientifiques que ceux retenus lors de la recension de 2022) complétées par de récents documents provenant de la littérature grise, certains constats se sont confirmés, d'autres se sont infirmés, et plusieurs nouveaux constats se sont dégagés de la littérature scientifique consultée par rapport à ceux dressés dans la première revue. Les éléments d'évolution notables sont présentés ici, selon les objectifs de recherche.

1. Utilité et validité de la surveillance du SRAS-CoV-2 dans les eaux usées

La surveillance du SRAS-CoV-2 dans les eaux usées est :

- ▶ **Un indicateur des tendances temporelles du virus dans la population au niveau des grandes zones urbaines et des régions sociosanitaires.** Ce constat est appuyé par les recommandations de la Commission européenne (3) et de l'OMS (5) qui encouragent les pays à mettre en place des systèmes de surveillance dans les eaux usées en premier temps dans les grandes agglomérations représentatives des importants bassins populationnels.
- ▶ **Un outil utile pour détecter une résurgence ou une augmentation de l'incidence de la COVID-19 dans la population, en particulier dans un contexte de faible prévalence antérieure.** Ce constat est d'ailleurs rapporté dans la revue de Bonnano Ferraro et al. (46) portant sur l'examen de 66 études et celle de Hrudey et al. (47) dont le nombre précis d'études incluses n'est pas rapporté (la recherche bibliographique de cette revue a recensé 251 références).
- ▶ **Un outil de détection précoce dans le contexte de l'augmentation de l'incidence de la COVID-19.** Toutefois, il faut prendre en note que la capacité des données des eaux usées à fournir des informations d'alerte précoce concernant la surveillance de la COVID-19 dans la population est basée sur des analyses rétrospectives d'échantillons conservés. À ce jour, dans la littérature scientifique, aucune étude de cette revue n'a démontré cette « précocité » en temps réel, et des délais dans l'échantillonnage, les analyses en laboratoire et le traitement des données persistent. Plusieurs rapports internationaux ont soulevé ce même constat et estiment que ce point est à améliorer (2,5,48–50).
- ▶ **Un outil complémentaire, indépendant et économiquement rentable, particulièrement lorsque le dépistage clinique est moins disponible.** Cette surveillance peut être produite à moindre coût et en mobilisant moins de ressources que la surveillance plus classique (2,3,5,47–49).

2. Approche méthodologique à privilégier et conditions de succès ainsi que barrières de la surveillance des eaux usées

- ▶ **Une fréquence d'échantillonnage élevée permet une bonne résolution temporelle et une plus grande représentativité des données de SRAS-CoV-2** dans les eaux usées à l'échelle populationnelle. Elle favorise également l'**obtention d'un signal d'alerte précoce** (5,48,49,51).
- ▶ **La normalisation à l'aide du débit des eaux usées** (pondérée ou non par la population correspondante au site d'échantillonnage) **est un processus qui diminue la variabilité dans les données des eaux usées**. Dans la revue précédente, un des constats émis était que la normalisation à l'aide de bio-indicateurs viraux (tel le PMMoV) semblait avoir facilité l'obtention de données corrélant mieux avec les informations épidémiologiques. Toutefois, selon la récente recension des écrits, ce processus ne semble pas améliorer systématiquement les associations avec les données épidémiologiques. Il faut souligner qu'**actuellement il n'existe pas de consensus sur le processus de normalisation idéal**.
- ▶ **La standardisation des protocoles et les procédures d'assurance qualité et de contrôle de la qualité se sont développées**. Des efforts pour harmoniser les pratiques d'échantillonnage et de laboratoire ont été mis de l'avant dans les programmes de surveillance à grande échelle (2,5,48,51).
- ▶ **Aucun indicateur épidémiologique ne se démarque plus qu'un autre** dans les études incluses dans la synthèse. Bonnano Ferraro et al. (46) et Hruday et al. (47) mentionnent que le taux de positivité semble être la donnée la plus souvent utilisée. Cependant, il est difficile de se positionner sur un choix d'indicateur épidémiologique unique, puisque ce choix dépendra davantage de l'objectif de santé publique, à savoir si le programme mis en place s'oriente vers un système de vigie (précocité du signal) ou de surveillance (suivi des tendances). De plus, dans la majorité des cas, les études retenues n'ont pas précisé les objectifs de santé publique, ce qui constitue à ce jour une lacune.
- ▶ **L'usage de moyennes mobiles hebdomadaires de données d'incidence et l'agrégation des données de SRAS-CoV-2 dans les eaux usées pour un ensemble de stations d'épuration et de villes diminuent la variabilité** et améliore les corrélations entre les concentrations virales dans les eaux usées et les données de cas cliniques.
- ▶ **Les collaborations entre les épidémiologistes et les experts en génie des eaux usées n'ont pas été mentionnées dans les études primaires révisées**. La Société royale du Canada (48) mentionne des lacunes de communication entre les disciplines concernées. Une seule revue a fait état de l'amélioration des collaborations interdisciplinaires entre les scientifiques/ingénieurs de l'environnement et les professionnels de la santé publique (47).

3. Applications et interventions possibles en santé publique

- ▶ Dans la majorité des études primaires retenues, **peu ou pas d'interventions de santé publique basées sur les résultats de SRAS-CoV-2 dans les eaux usées ont été posées, en particulier à l'échelle des grandes villes**. Dans un contexte de surveillance et d'intervention à grande échelle, **les données des eaux usées pourraient être davantage utiles pour confirmer les tendances temporelles et spatiales observées dans la population et évaluer l'efficacité des mesures de prévention mises en place**. Il faut souligner que l'OMS (5) a élaboré, dans un récent document, une vue d'ensemble de la manière dont les différentes applications de la surveillance des eaux usées (cas d'utilisation) peuvent éclairer les décisions de santé publique. Ce résumé des experts de l'OMS est très instructif, car la littérature scientifique actuelle ne répond pas clairement à cette question critique.

6 Forces et limites de la démarche

6.1 Forces

Cette revue rapide s'intéresse à un domaine scientifique récent qui s'est développé rapidement et qui suscite un intérêt grandissant chez les acteurs de la santé publique. Elle aborde les principaux constats de mise en œuvre des programmes de vigie de la COVID-19 dans les eaux usées et présente les résultats qui y sont associés. Elle s'appuie sur une méthodologie de type systématisée basée sur des objectifs spécifiques, comprenant, entre autres, une stratégie de recherche documentaire claire, des critères de sélection explicites et une évaluation de la qualité des études retenues. Ce travail a permis une révision de la grille d'évaluation de la qualité des études primaires mise au point spécifiquement pour le sujet de la vigie des eaux usées (7). Enfin, les constats sont présentés dans un format synthétique lié à leur niveau d'appui scientifique, et l'usage de ce format facilite l'appropriation du domaine par les acteurs et les décideurs en santé publique.

6.2 Limites

Cette revue rapide de la littérature comporte certaines limites méthodologiques à considérer afin de mieux interpréter les constats qui en découlent. La recherche de la littérature comprend une année, soit février 2021 à mars 2022, ce qui peut représenter une certaine limite pour la publication de données scientifiques à jour. En effet, ce champ d'expertise progresse très rapidement et est amené à changer selon l'épidémiologie, le type de variant prédominant, le statut vaccinal de la population, les programmes de dépistage et les mesures sanitaires mises en place. Par ailleurs, les critères d'inclusion et d'exclusion déterminés pour effectuer le tri des études étaient stricts, ce qui peut avoir mené à l'exclusion d'études qui auraient pu être pertinentes. À titre d'exemple, un des critères d'inclusion était de retenir seulement les études présentant un devis de type écologique. Donc, les études de type modélisation mathématique ou compartimentale, qui requièrent une expertise spécifique pour leur interprétation, n'ont pas été traitées dans cette revue. De plus, l'évaluation du respect des postulats (c'est-à-dire : absence de dépendances entre les observations d'une même série [absence de processus d'autocorrélation], linéarité, homoscedasticité et normalité des résidus, etc.) des approches statistiques employées pour obtenir les associations (ex. : corrélations, coefficients, etc.) dans chacun des articles retenus n'a pas été réalisée, puisqu'elle exige une expertise spécifique non détenue par les auteurs de l'actuelle revue. Cela signifie qu'il est possible que le niveau d'appui de certains constats en lien avec les concepts épidémiologiques et statistiques (force de l'association, délais, précocité, etc.) ait été surestimé. Finalement, certains sujets traités (ex. : échantillonnage, variables environnementales) ne font pas partie de l'expertise des auteurs. Cependant, un expert du sujet a agi en tant que réviseur externe.

Les études incluses dans cette revue comportent elles-mêmes des limites méthodologiques. La stratégie d'échantillonnage et la méthodologie de concentration, d'extraction et de quantification de l'ARN viral varient encore beaucoup d'une étude à l'autre, ce qui peut limiter la comparabilité des données entre elles (et rendre difficile, voire impossible, la réalisation de méta-analyses). Enfin, ces études ont été réalisées dans un contexte épidémiologique en changement, ce qui peut influencer la pertinence et l'applicabilité des constats dégagés, constats qui pourraient évoluer.

7 Perspectives

Sur la base de l'examen des études retenues dans cette revue rapide ainsi que de la littérature grise consultée, certaines pistes de recherche et de nouvelles possibilités d'application ont pu être déterminées, dans le but d'améliorer l'usage et l'applicabilité de la surveillance du SRAS-CoV-2 dans les eaux usées dans un contexte de santé publique. Ces informations pourraient servir aux autorités de santé publique lorsqu'elles envisagent des investissements futurs dans le domaine des eaux usées. Les pistes de recherche et les nouvelles possibilités d'application sont :

- ▶ Approfondir les connaissances sur la désintégration, le devenir et le transport du SRAS-CoV-2 ainsi que sur les facteurs environnementaux qui induisent une variabilité des concentrations du virus au sein du réseau d'égouts.
- ▶ Caractériser les propriétés intrinsèques de la COVID-19 telles que la durée, la quantité et la variabilité de l'excrétion fécale afin d'estimer de manière fiable le nombre de personnes infectées au sein d'une communauté.
- ▶ Continuer de soutenir l'harmonisation des méthodes d'échantillonnage, de concentration et de quantification du SRAS-CoV-2 à des niveaux de prévalence d'infection variables pour comparer de manière fiable les concentrations d'ARN du SRAS-CoV-2 dans les eaux usées dans le temps et selon les différentes échelles de surveillance (grandes ou petites agglomérations, établissements).
- ▶ Réduire les délais dans le transport, les analyses de laboratoire et le traitement des données issues des eaux usées dans un objectif de vigie de la COVID-19.
- ▶ Améliorer les analyses d'association entre les données des eaux usées et les données épidémiologiques qui sont souvent limitées par la méthode statistique employée.
- ▶ Établir des seuils de concentration de SRAS-CoV-2 dans les eaux usées qui dicteraient l'amorce d'actions en santé publique.
- ▶ Continuer d'améliorer la communication et les interactions entre les chercheurs, les ingénieurs du domaine des eaux usées, les municipalités ainsi que les laboratoires qui se sont engagés rapidement auprès des acteurs de santé publique et qui ont contribué au succès de la mise en œuvre de programmes de surveillance basée sur les eaux usées.
- ▶ Intégrer plus systématiquement au programme de surveillance des eaux usées le suivi de l'évolution des variants préoccupants de la COVID-19 dans la population et, si possible, le combiner au séquençage génomique de nouvelle génération en vue d'étudier les variants émergents qui circulent dans la population.
- ▶ Élargir les applications de la surveillance basée sur les eaux usées au-delà du virus de la COVID-19, notamment aux autres virus pathogènes humains (ex. : virus de l'influenza, virus respiratoire syncytial) et aux autres marqueurs pertinents (drogues, produits pharmaceutiques).

Références

1. Organisation mondiale de la Santé [En ligne]. Organisation mondiale de la Santé; 2021. Chronologie de l'action de l'OMS face à la COVID-19. Disponible : <https://www.who.int/fr/news/item/29-06-2020-covidtimeline>
2. Centers for Disease Control and Prevention [En ligne]. Atlanta, Géorgie (États-Unis) : Centers for Disease Control and Prevention; 2023. National Wastewater Surveillance System (NWSS). Disponible : <https://www.cdc.gov/nwss/wastewater-surveillance/index.html>
3. European Commission Joint Research Centre. SARS-CoV-2 surveillance employing sewage - Towards a sentinel system [En ligne]. Luxembourg : European Commission; 2021. Disponible : <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC125065>
4. World Health Organization. Status of environmental surveillance for SARS-CoV-2 virus – Scientific brief [En ligne]. World Health Organization; 2020. Disponible : <https://www.who.int/publications/i/item/WHO-2019-nCoV-sci-brief-environmentalSampling-2020-1>
5. World Health Organization. Environmental surveillance for SARS-COV-2 to complement public health surveillance – Interim guidance [En ligne]. World Health Organization; 2022. Disponible : <https://www.who.int/publications/i/item/WHO-HEP-ECH-WSH-2022.1>
6. Medema G, Been F, Heijnen L, Petterson S. Implementation of environmental surveillance for SARS-CoV-2 virus to support public health decisions: opportunities and challenges. *Current Opinion in Environmental Science & Health*. 2020;17:49-71.
7. Patey G, Huot C, Levallois P. Conditions de faisabilité et utilité de la surveillance de la COVID-19 à l'aide du monitorage du SRAS-CoV-2 dans les eaux usées – Revue de littérature [En ligne]. Institut national de santé publique du Québec; 2021. Disponible : <https://www.inspq.qc.ca/publications/3194-faisabilite-utilite-surveillance-covid-19-monitorage-eaux-usees>
8. Dobbins M. Rapid review guidebook [En ligne]. Hamilton (Ontario) : National Collaborating Centre for Methods and Tools; 2017. Disponible : <https://www.nccmt.ca/tools/rapid-review-guidebook>
9. Framarin A, Déry V. Les revues narratives : fondements scientifiques pour soutenir l'établissement de repères institutionnels [En ligne]. Institut national de santé publique du Québec; 2021. Disponible : <https://www.inspq.qc.ca/publications/2780>
10. Shea BJ, Reeves BC, Wells G, Thuku M, Hamel C, Moran J, *et al.* AMSTAR 2: a critical appraisal tool for systematic reviews that include randomised or non-randomised studies of healthcare interventions, or both. *BMJ*. 2017;358:j4008.
11. Shah S, Gwee SXW, Ng JQX, Lau N, Koh J, Pang J. Wastewater surveillance to infer COVID-19 transmission: a systematic review. *Science of the Total Environment*. 2022;804:150060.
12. Fitzgerald SF, Rossi G, Low AS, McAteer SP, O'Keefe B, Findlay D, *et al.* Site specific relationships between COVID-19 cases and SARS-CoV-2 viral load in wastewater treatment plant influent. *Environmental Science and Technology*. 2021;55(22):15276-86.

13. Giraud-Billoud M, Pizarro M, Giraud-Billoud M, Vega IA, Altamirano JC, Aranibar JN, *et al.* Monitoring of SARS-CoV-2 RNA in wastewater as an epidemiological surveillance tool in Mendoza, Argentina. *Science of the Total Environment*. 2021;796:148887.
14. Wu F, Xiao A, Zhang J, Moniz K, Endo N, Armas F, *et al.* Wastewater surveillance of SARS-CoV-2 across 40 U.S. states from February to June 2020. *Water Research*. 2021;202:117400.
15. Hoar C, Chauvin F, Clare A, McGibbon H, Castro E, Patinella S, *et al.* Monitoring SARS-CoV-2 in wastewater during New York City's second wave of COVID-19: sewershed-level trends and relationships to publicly available clinical testing data. *Environmental Science: Water Research & Technology*. 2022;8(5):1021-35.
16. Wolfe MK, Archana A, Catoe D, Coffman MM, Dorevich S, Graham KE, *et al.* Scaling of SARS-CoV-2 RNA in settled solids from multiple wastewater treatment plants to compare incidence rates of laboratory-confirmed COVID-19 in their sewersheds. *Environmental Science & Technology Letters*. 2021;8(5):398-404.
17. Tiwari A, Lipponen A, Hokajarvi AM, Luomala O, Sarekoski A, Rytkonen A, *et al.* Detection and quantification of SARS-CoV-2 RNA in wastewater influent in relation to reported COVID-19 incidence in Finland. *Water Research*. 2022;215:118220.
18. Hillary LS, McDonald JE, Farkas K, Thorpe J, Malham SK, Maher KH, *et al.* Monitoring SARS-CoV-2 in municipal wastewater to evaluate the success of lockdown measures for controlling COVID-19 in the UK. *Water Research*. 2021;200:117214.
19. Robotto A, Quaglino P, Brizio E, Polato D, Di Perri G, Lembo D, *et al.* Wastewater-based SARS-CoV-2 environmental monitoring for Piedmont, Italy. *Environmental Research*. 2021;203:111901.
20. Weidhaas J, Jamal R, Aanderud ZT, Torgersen K, Roper DK, VanDerslice J, *et al.* Correlation of SARS-CoV-2 RNA in wastewater with COVID-19 disease burden in sewersheds. *The Science of the Total Environment*. 2021;775:145790.
21. Maida CM, Amodio E, Mazzucco W, La Rosa G, Lucentini L, Suffredini E, *et al.* Wastewater-based epidemiology for early warning of SARS-COV-2 circulation: a pilot study conducted in Sicily, Italy. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*. 2022;242:113948.
22. Zhu Y, Oishi W, Maruo C, Bandara S, Lin M, Saito M, *et al.* COVID-19 case prediction via wastewater surveillance in a low-prevalence urban community: a modeling approach. *Journal of Water and Health*. 2022;20(2):459-70.
23. Ai Y, He F, Davis A, Lee J, Tu H, Ru P, *et al.* Wastewater SARS-CoV-2 monitoring as a community-level COVID-19 trend tracker and variants in Ohio, United States. *The Science of the Total Environment*. 2021;801:149757.
24. Rusinol M, Zammit I, Borrego C, Corominas L, Itarte M, Fores E, *et al.* Monitoring waves of the COVID-19 pandemic: inferences from WWTPs of different sizes. *The Science of the Total Environment*. 2021;787:147463.
25. Xiao A, Wu F, Bushman M, Zhang J, Imakaev M, Chai PR, *et al.* Metrics to relate COVID-19 wastewater data to clinical testing dynamics. *Water Research*. 2022;212:118070.
26. Roka E, Khayer B, Kovacs LB, Schuler E, Malnasi T, Oravec O, *et al.* Ahead of the second wave: early warning for COVID-19 by wastewater surveillance in Hungary. *The Science of the Total Environment*. 2021;786:147398.

27. Rouchka EC, Chariker JH, Saurabh K, Waigel S, Zacharias W, Zhang M, *et al.* The rapid assessment of aggregated wastewater samples for genomic surveillance of SARS-CoV-2 on a city-wide scale. *Pathogens*. 2021. 10(10):1271.
28. Wu F, Xiao A, Zhang J, Moniz K, Endo N, Armas F, *et al.* SARS-CoV-2 RNA concentrations in wastewater foreshadow dynamics and clinical presentation of new COVID-19 cases. *The Science of the Total Environment*. 2022;805:150121.
29. Barua VB, Juel MAI, Blackwood AD, Clerkin T, Ciesielski M, Sorinolu AJ, *et al.* Tracking the temporal variation of COVID-19 surges through wastewater-based epidemiology during the peak of the pandemic: a six-month long study in Charlotte, North Carolina. *The Science of the Total Environment*. 2022;814:152503.
30. Li L, Mazurowski L, Dewan A, Carine M, Haak L, Guarin TC, *et al.* Longitudinal monitoring of SARS-CoV-2 in wastewater using viral genetic markers and the estimation of unconfirmed COVID-19 cases. *The Science of the Total Environment*. 2022;817:152958.
31. Nagarkar M, Keely SP, Jahne M, Wheaton E, Hart C, Smith B, *et al.* SARS-CoV-2 monitoring at three sewersheds of different scales and complexity demonstrates distinctive relationships between wastewater measurements and COVID-19 case data. *The Science of the Total Environment*. 2022;816:151534.
32. Padilla-Reyes DA, Alvarez MM, Mora A, Cervantes-Aviles PA, Kumar M, Loge FJ, *et al.* Acquired insights from the long-term surveillance of SARS-CoV-2 RNA for COVID-19 monitoring: the case of Monterrey Metropolitan Area (Mexico). *Environmental Research*. 2022;210:112967.
33. Wolfe MK, Topol A, Knudson A, Simpson A, White B, Vugia DJ, *et al.* High-frequency, high-throughput quantification of SARS-CoV-2 RNA in wastewater settled solids at eight publicly owned treatment works in Northern California shows strong association with COVID-19 incidence. *mSystems*. 2021;6(5):e00829-21.
34. Bhattarai B, Sahulka SQ, Podder A, Hong S, Li H, Gilcrease E, *et al.* Prevalence of SARS-CoV-2 genes in water reclamation facilities: from influent to anaerobic digester. *The Science of the Total Environment*. 2021;796:148905.
35. Greenwald HD, Kennedy LC, Hinkle A, Harris-Lovett S, Kantor R, Whitney ON, *et al.* Tools for interpretation of wastewater SARS-CoV-2 temporal and spatial trends demonstrated with data collected in the San Francisco Bay Area. *Water Research X*. 2021;12:100111.
36. Sangsanont J, Rattanakul S, Kongprajug A, Chyerochana N, Sresung M, Sriporatana N, *et al.* SARS-CoV-2 RNA surveillance in large to small centralized wastewater treatment plants preceding the third COVID-19 resurgence in Bangkok, Thailand. *The Science of the Total Environment*. 2022;809:151169.
37. Feng SC, Roguet A, McClary-Gutierrez JS, Newton RJ, Kloczko N, Meiman JG, *et al.* Evaluation of sampling, analysis, and normalization methods for SARS-CoV-2 concentrations in wastewater to assess COVID-19 burdens in Wisconsin communities. *ACS ES & T Water*. 2021;1(8):1955-65.
38. Carrillo-Reyes J, Barragan-Trinidad M, Buitron G. Surveillance of SARS-CoV-2 in sewage and wastewater treatment plants in Mexico. *Journal of Water Process Engineering*. 2021;40: 101815.
39. Sakarovitch C, Schlosser O, Courtois S, Proust-Lima C, Couallier J, Petrau A, *et al.* Monitoring of SARS-CoV-2 in wastewater: what normalisation for improved understanding of epidemic trends? *Journal of Water and Health*. 2022;20(4):712-26.

40. Tomasino MP, Semedo M, Vieira e Moreira P, Ferraz E, Rocha A, Carvalho MF, *et al.* SARS-CoV-2 RNA detected in urban wastewater from Porto, Portugal: method optimization and continuous 25-week monitoring. *The Science of the Total Environment*. 2021;792:148467.
41. Lazuka A, Arnal C, Soyeux E, Sampson M, Lepeuple AS, Deleuze Y, *et al.* COVID-19 wastewater based epidemiology: long-term monitoring of 10 WWTP in France reveals the importance of the sampling context. *Water Science and Technology*. 2021;84(8):1997-2013.
42. Ho J, Stange C, Suhrborg R, Wurzbacher C, Drewes JE, Tiehm A. SARS-CoV-2 wastewater surveillance in Germany: long-term RT-digital droplet PCR monitoring, suitability of primer/probe combinations and biomarker stability. *Water Research*. 2022;210:117977.
43. Rothman JA, Loveless TB, Kaptcia J, Adams ED, Steele JA, Zimmer-Faust AG, *et al.* RNA viromics of Southern California wastewater and detection of SARS-CoV-2 single-nucleotide variants. *Applied and Environmental Microbiology*. 2021;87(23):e0144821.
44. Wang P, Zarei-Baygi A, Saucedo C, Iskander SM, Smith AL. Long-term surveillance of wastewater SARS-CoV-2 in Los Angeles County. *Environmental Science-Water Research & Technology*. 2021;7(12):2282-94.
45. Kumar M, Srivastava V, Joshi M, Shah AV, Dave S. Wastewater surveillance-based city zonation for effective COVID-19 pandemic preparedness powered by early warning: a perspectives of temporal variations in SARS-CoV-2-RNA in Ahmedabad, India. *The Science of the Total Environment*. 2021;792:148367.
46. Bonanno Ferraro G, Veneri C, Mancini P, Iaconelli M, Suffredini E, Bonadonna L, *et al.* A state-of-the-art scoping review on SARS-CoV-2 in sewage focusing on the potential of wastewater surveillance for the monitoring of the COVID-19 pandemic [Internet]. *Food and Environmental Virology*. 2021; 14(4):315-354. Disponible : <http://www.springer.com/biomed/virology/journal/12560http://ovidsp.ovid.com/ovidweb.cgi?T=JS&PAGE=reference&D=emexb&NEWS=N&AN=2014111896>
47. Hruday SE, Conant B. The devil is in the details: emerging insights on the relevance of wastewater surveillance for SARS-CoV-2 to public health. *Journal of Water and Health*. 2022;20(1):246-70.
48. Hruday SE, Bischel HN, Charrois J, Chik AHS, Conant B, Delatolla R, *et al.* Wastewater surveillance for SARS-CoV-2 RNA in Canada. *FACETS*. 2022;7:1493-597.
49. Public Health Ontario. COVID-19 wastewater Surveillance Update. 2022. Disponible : <https://www.publichealthontario.ca/-/media/documents/ncov/phm/2021/04/public-health-measures-wastewater-surveillance.pdf?la=en>
50. National Academy of Sciences. Wastewater-based disease surveillance for public health action [En ligne]. Washington, D.C. (États-Unis) : National Academies Press; 2023. Disponible : <https://www.nap.edu/catalog/26767>
51. Kumar M, Jiang G, Kumar Thakur A, Chatterjee S, Bhattacharya T, Mohapatra S, *et al.* Lead time of early warning by wastewater surveillance for COVID-19: geographical variations and impacting factors. *Chemical Engineering Journal*. 2022;135936.

Annexe 1

Stratégie de recherche documentaire

Méthodologie de la stratégie de recherche documentaire dans la littérature scientifique

Bases de données électroniques consultées : Embase, Environment Complete, Pubmed et Web of Science.

Tableau 1 Mots-clés utilisés pour chaque concept

	Concept 1 : Eaux usées	Concept 2 : SRAS-CoV-2
Mots-clés en anglais	<i>Sewage(s)</i> <i>Waste water(s)</i> <i>Wastewater(s)</i> <i>Water(s) epidemiology</i> <i>Water(s) monitoring</i> <i>Water(s) surveillance</i>	SARS-CoV-2, SARS-CoV2, SARSCoV-2, SARSCoV2 SARS-CoV, SARSCoV Covid-19, Covid19, Covid 2019-nCoV, 2019nCoV, nCov2019 HCoV-19 "severe acute respiratory syndrome 2" "severe acute respiratory syndrome cov*" coronavirus* OR corona virus*
Descripteurs MeSH	<i>Waste Water (exp)</i> <i>Wastewater-Based Epidemiological Monitoring</i>	
Descripteurs Embase	<i>waste water (exp)</i>	
Descripteurs Environment Complete	DE ("SEWAGE" OR "SEWAGE screening" OR DE "VIRAL pollution of water") Repérer les descripteurs	

* En italique : termes pour la section COVID seulement.

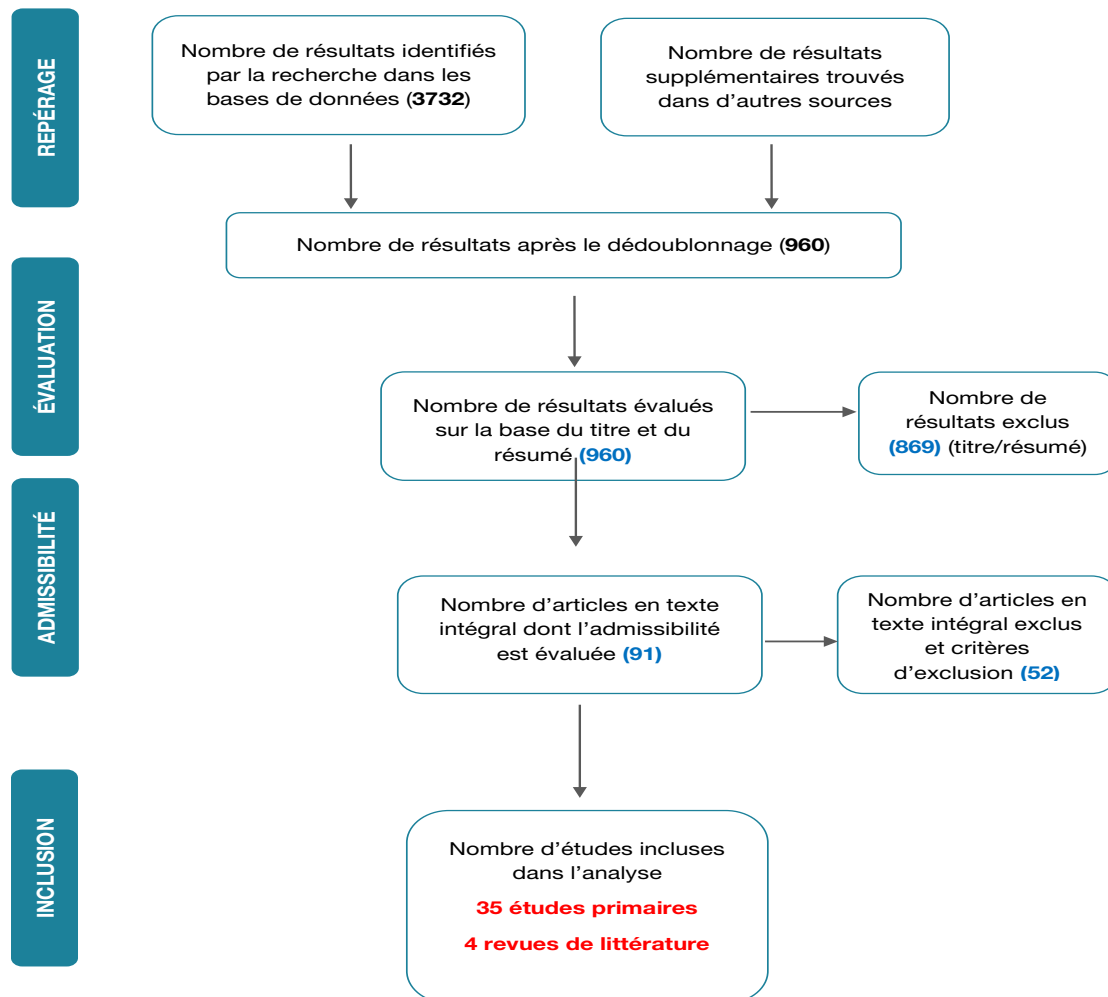
Méthodologie de la stratégie de recherche documentaire dans la littérature grise

Tableau 2 Stratégie et mots-clés utilisés

	Moteur de recherche Google
En anglais	wasterwater "waste water" sewage "water AROUND(2) epidemiology monitoring surveillance" "Covid-19" Covid19 Covid "SARS-CoV-2" "SARS-CoV2" "SARSCoV-2" "SARSCoV2 nCoV 2019nCoV 19nCoV "HCoV-19" coronavirus "corona virus"
En français	"eaux usées" "eau usée" "eaux d'égout" "eau d'égout" "surveillance monitoring épidémiologie AROUND(2) eau eaux" "Covid-19" Covid19 Covid "SARS-CoV-2" "SARS-CoV2" "SARSCoV-2" "SARSCoV2 nCoV 2019nCoV 19nCoV "HCoV-19" coronavirus "corona virus"

Résultats de la stratégie de recherche documentaire dans la littérature scientifique

Figure 1 Organigramme de type Prisma



Traduit et adapté du [PRISMA 2009 Flow Diagram](#)

Annexe 2

Résultats de la littérature grise

Littérature grise

Cette section fait état des principales données probantes, des orientations et des recommandations des organismes sanitaires nationaux et internationaux relatives à la surveillance du SRAS-CoV-2 et de ses variants dans les eaux usées et à son utilité

Monde

Organisation mondiale de la Santé (OMS, 2022) - [Environmental surveillance for SARS-COV-2 to complement public health surveillance: interim guidance](#) : Un récent guide qui fournit des conseils et des informations scientifiques sur les méthodes analytiques des données environnementales, sur la coordination et les capacités nécessaires pour mettre en place un programme de surveillance efficace, ainsi que sur la valeur ajoutée des données des eaux usées à la prise de décision en matière de santé de publique. Utilité : • Dans les contextes de prévalence nulle ou faible, la surveillance par l'entremise des eaux usées permet la confirmation de l'absence de circulation du virus ou la détection de la (ré)émergence de ce dernier. • Dans les contextes de prévalence élevée, une quantification des résultats doit être réalisée afin d'identifier les tendances à la hausse ou à la baisse, ou les plateaux dans la population. • Pour les programmes les plus avancés, la surveillance des variants est effectuée, y compris celle des nouveaux variants connus. • Les points d'échantillonnage représentatifs des plus grandes populations sont couverts en premier afin d'obtenir efficacement des informations de base sur les tendances et, potentiellement, des alertes précoces.

Organisation mondiale de la Santé (OMS, 2021) - [Guidance for surveillance of SARS-CoV-2 variants: interim guidance](#) : Orientations provisoires de l'OMS rédigées sur la base d'un examen des données probantes les plus récentes sur l'épidémiologie des variants et leurs méthodes de caractérisation. L'OMS recommande d'utiliser la surveillance environnementale au même titre que la surveillance épidémiologique systématique comme outil d'alerte de détection d'un éventuel variant préoccupant et suivre les tendances des variants. Utilité : • La détection de séquences de variants dans les eaux usées peut être le signe de la circulation d'un variant et faciliter le ciblage des enquêtes et des séquençages supplémentaires dans un secteur géographique donné ou un établissement/moyen de transport (ex. : une prison, un établissement de soins de longue durée, un navire à passagers) où le séquençage aléatoire individuel pourrait être problématique.

Organisation mondiale de la Santé (OMS, 2019) - [Status of environmental surveillance for SARS-CoV-2 virus](#) : Cette note présente un état des connaissances concernant la surveillance du SRAS-CoV-2 dans les eaux usées sur la base des données probantes, fait le point sur l'utilité de la surveillance environnementale du SRAS-CoV-2 ainsi que sur les éléments à prendre en considération et les besoins en matière de recherche sur le sujet. La surveillance environnementale serait utile en tant que système d'alerte précoce comme outil de détection du SRAS-CoV-2 dans des endroits où la surveillance clinique est limitée ainsi qu'en tant qu'indicateur des tendances de la circulation du SRAS-CoV-2 dans la population.

Canada

Santé publique Ontario (2022) - [Wastewater surveillance of COVID-19](#) : Synthèse des connaissances sur la surveillance des eaux usées à l'échelle mondiale. Le document propose aux praticiens en santé publique des facteurs pragmatiques à considérer pour l'évaluation et l'interprétation des données recueillies et souligne les utilisations possibles ainsi que les limites. Utilité : • La surveillance des eaux usées permet de mettre en lumière les tendances des niveaux de SRAS-CoV-2 dans les systèmes d'eaux usées. • Cette surveillance semble être utile comme indicateur précoce des tendances au sein de la communauté. Toutefois, des retards sont notés dans la communication des données des

eaux usées, et il serait souhaitable d'améliorer les délais de traitement d'analyses ainsi que déterminer les mesures de santé publique appropriées. • Les signaux ne peuvent pas être utilisés avec certitude pour prédire le nombre de cas, mais ils sont utilisés pour prévoir les tendances des résultats cliniques.

Société royale du Canada (2022)- [Wastewater surveillance for SARS-CoV-2 RNA in Canada](#) : Ce rapport souligne ce qui a été réalisé dans le cadre de la mise en œuvre d'une surveillance du SRAS-CoV-2 dans les eaux usées et sa contribution à ce jour au niveau de la gestion de la pandémie de COVID-19 au Canada et au-delà. Ce rapport vise à fournir un ensemble d'informations suffisamment détaillées afin de permettre la mise en place d'une surveillance des eaux usées pour l'ARN du SRAS-CoV-2. Utilité : • La surveillance du SRAS-CoV-2 dans les eaux usées est un outil complémentaire et indépendant. • Dans un contexte de prévalence élevée, la surveillance du SRAS-CoV-2 dans les eaux usées comme outil d'alerte précoce est difficile et exige une grande résolution du signal. Il est recommandé d'effectuer des études interlaboratoires pour déterminer des pratiques et des procédures d'AQ/CQ communes. • Il existe des lacunes dans la communication entre les disciplines concernées. • Des niveaux élevés de variabilité dans les signaux quantitatifs du virus du SRAS-CoV-2 sont observés au sein d'un même site et entre les sites. • Le rapport souligne également la possibilité d'utiliser une plateforme de surveillance à partir des eaux usées conçue pour la COVID-19 pour d'autres types de biomarqueurs.

États-Unis

National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine (2023) : [Wastewater-based disease surveillance for public health action](#). Ce rapport propose, sur la base de l'expérience du système de surveillance du SRAS-CoV-2 dans les eaux usées, des recommandations pour la mise en place d'un système national plus souple, équitable, durable, intégré et exploitable au niveau communautaire. Il présente une vision d'un système national de surveillance des eaux usées qui serait capable de suivre simultanément plusieurs agents pathogènes. Utilité : • Les données de SRAS-CoV-2 dans les eaux usées sont utiles pour comprendre les tendances de l'infection et la propagation des variants dans la population, et permettent d'éclairer les actions de santé publique. • La réponse d'urgence à la pandémie de COVID-19 a stimulé l'innovation ainsi que le développement et la mise en œuvre rapides de la surveillance des eaux usées. • Dans le cadre d'un système national de surveillance des eaux usées, l'incorporation stratégique de sites sentinelles est recommandée comme mécanisme de détection précoce. • Le présent rapport recommande également des approches en vue de répondre aux préoccupations d'ordre éthique et de protection de la vie privée et un financement fédéral prévisible et soutenu.

Centers for Disease Control and Prevention (CDC) - [National wastewater surveillance system](#). Cet outil Web de santé publique fournit des conseils sur la façon de mettre en œuvre une surveillance du SRAS-CoV-2 basée sur les eaux usées. Le document couvre la stratégie d'échantillonnage, les méthodes d'analyse et les rapports. Par ailleurs, les CDC mettent à jour les directives lorsque de nouvelles informations sont disponibles. Le présent site vise à soutenir la coordination et à renforcer la capacité à suivre la présence du SRAS-CoV-2 dans des échantillons d'eaux usées prélevés à travers le pays.

Europe

European Commission (2021) – [Commission recommendation on a common approach to establish a systematic surveillance of SARS-CoV-2 and its variants in wastewaters in the EU](#). Ensemble de recommandations à prioriser d'un point de vue logistique et opérationnel afin d'établir un système de surveillance des eaux usées de façon systématique dans les stratégies nationales pour détecter le virus SRAS-CoV-2. Il est recommandé de mettre en place un système national de surveillance des eaux usées et de participer aux efforts déployés par la Commission européenne, en étroite collaboration avec le Centre européen de prévention et de contrôle des maladies (ECDC) et d'autres agences de l'Union européenne. Cela afin de veiller à ce que les meilleures pratiques et les meilleurs résultats, permettant des réponses de santé publique appropriées et opportunes pour lutter contre la pandémie, soient utilisés.

Résumé des utilités de la surveillance du SRAS-CoV-2 dans les eaux usées rapportées par les organismes sanitaires :

- ▶ fournir des informations complémentaires et indépendantes importantes au processus décisionnel de santé publique dans le contexte de la pandémie de COVID-19 en cours;
- ▶ suivre les tendances de l'infection au sein de la population;
- ▶ servir d'indicateur d'alerte précoce de la présence ou des tendances des cas de COVID-19 au niveau populationnel;
- ▶ servir d'indicateur d'alerte précoce de la présence ou des tendances des cas de COVID-19 au niveau communautaire (quartier, établissements spéciaux tels que les établissements de soins de longue durée, les prisons, les hôpitaux et les communautés éloignées);
- ▶ faire le suivi des variants préoccupants dans les eaux usées;
- ▶ détecter le SRAS-CoV-2 dans des endroits où la surveillance clinique est limitée;
- ▶ fournir une source d'informations peu coûteuse qui peut aider à éclairer les tendances pandémiques locales en complétant la surveillance clinique;
- ▶ devenir un outil important de réponse à la COVID-19, avec des avantages s'étendant au-delà de la COVID-19 pour traiter d'autres problèmes de santé publique préoccupants tels que la résistance aux antimicrobiens et aux autres agents pathogènes.

Annexe 3

Description des 35 études primaires

Tableau descriptif des études primaires retenues (= 35)

Auteur (année)	Titre	Pays	Type de devis	Objectifs	Niveau de qualité
Ai <i>et al.</i> (2021)	Wastewater SARS-CoV-2 monitoring as a community-level COVID-19 trend tracker and variants in Ohio, United States	États-Unis	Écologique, longitudinal et spatial	1/ Générer des informations essentielles sur les eaux usées pour les populations de 9 bassins versants du centre de l'Ohio, y compris de la plus grande ville, Columbus, et d'autres zones urbaines et rurales; 2/ Évaluer la faisabilité d'utiliser la surveillance basée sur les eaux usées comme outil de prédiction de la dynamique de l'épidémie de COVID-19 en étudiant les corrélations entre les concentrations de SRAS-CoV-2 dans les eaux usées et le nombre de cas cliniques de COVID-19; 3/ Étudier les méthodes de normalisation avec 2 des indicateurs viraux fécaux humains, soit le virus de la marbrure légère du poivre (PMMoV) et le phage à assemblage croisé (crAssphage) et 4/Explorer si la matrice des eaux usées peut servir d'outil sentinelle pour détecter les variants du SRAS-CoV-2 préoccupants au sein d'une communauté.	Élevé

Tableau descriptif des études primaires retenues (= 35)

Auteur (année)	Titre	Pays	Type de devis	Objectifs	Niveau de qualité
Barua <i>et al.</i> (2022)	Tracking the temporal variation of COVID-19 surges through wastewater-based epidemiology during the peak of the pandemic: A six-month long study in Charlotte, North Carolina	États-Unis	Écologique, longitudinal et spatial	Étudier la quantification de l'ARN du SRAS-CoV-2 sur une période de six mois dans les effluents des eaux usées de quatre stations d'épuration municipales desservant la région de Charlotte en Caroline du Nord (NC), en utilisant les plateformes RT-qPCR et RT-ddPCR.	Élevé
Bhattarai <i>et al.</i> (2021)	Prevalence of SARS-CoV-2 genes in water reclamation facilities: From influent to anaerobic digeste	États-Unis	Écologique, longitudinal et spatial	Étudier la présence et l'abondance du nombre de copies du gène du SRAS-CoV-2 dans les influents des eaux usées, les boues primaires, les boues activées et les boues de digestion en phase d'anaérobie des stations de traitement des eaux usées municipales, en variant les quantités d'influents et le type de traitement et les comparer avec les données de cas cliniques dans la population.	Élevé
Carrillo-Reyes <i>et al.</i> (2020)	Surveillance of SARS-CoV-2 in sewage and wastewater treatment plants in Mexico	Mexique	Écologique, longitudinal et spatial	Surveiller l'ARN du SRAS-CoV-2 dans les eaux usées d'une ville de taille moyenne au Mexique à différents points d'échantillonnage du réseau des égouts et de deux stations d'épuration. Comparer les niveaux d'ARN du SRAS-CoV-2 des eaux usées et des boues activées avec les cas cliniques positifs de la région.	Moyen

Tableau descriptif des études primaires retenues (= 35) – Suite

Auteur (année)	Titre	Pays	Type de devis	Objectifs	Niveau de qualité
Feng <i>et al.</i> (2021)	Evaluation of Sampling, Analysis, and Normalization Methods for SARS-CoV2 Concentrations in Wastewater to Assess COVID-19 Burdens in Wisconsin Communities	États-Unis	Écologique, longitudinal et spatial	1/ Identifier la variabilité dans les mesures pour améliorer la confiance dans l'interprétation des données; 2/ Permettre une évaluation robuste des approches méthodologiques de récupération et de normalisation des données de SRAS-CoV-2 pendant des périodes d'incidence faible et élevée de COVID-19, avec un ensemble de données étendu dans le temps et dans l'espace; 3/Comprendre la variabilité méthodologique et identifier la fréquence d'échantillonnage optimale et 4/ Évaluer la capacité globale des eaux usées à capturer la résurgence de la COVID-19 dans la communauté et le potentiel d'être un indicateur précoce par rapport aux cas cliniques.	Élevée
Fitzgerald <i>et al.</i> (2021)	Site Specific Relationships between COVID-19 Cases and SARSCoV2 Viral Load in Wastewater Treatment Plant Influent	Royaume-Uni	Écologique, longitudinal et spatial	1/ Décrire le développement et la mise en œuvre d'un programme national de surveillance du SRAS-CoV-2 dans les eaux usées sur 28 sites de stations d'épuration des eaux usées à travers l'Écosse, desservant 50 % de la population écossaise (2,66 millions de personnes) et 2/ Examiner le lien quantitatif entre la charge virale de SRAS-CoV-2 dans les eaux usées et les données épidémiologiques.	Élevé

Tableau descriptif des études primaires retenues (= 35) – Suite

Auteur (année)	Titre	Pays	Type de devis	Objectifs	Niveau de qualité
Giraud-Billoud <i>et al.</i> (2021)	Monitoring of SARS-CoV-2 RNA in wastewater as an epidemiological surveillance tool in Mendoza, Argentina	Argentine	Écologique et longitudinal	1/ Suivre l'évolution de l'épidémie du SRAS-CoV-2 à Mendoza en Argentine, entre juillet 2020 et janvier 2021, en analysant des échantillons d'eaux usées provenant de deux stations d'épuration, qui desservent ensemble une population de ~ 1,2 million de résidents; 2/ Appliquer deux combinaisons de méthodes de concentration virale (PEG et PAC) et d'isolement de l'ARN dans chaque échantillon d'eaux usées pour augmenter la possibilité de détection et de quantification des marqueurs de nucléocapside (N1 et N2) du SRAS-CoV-2 par RT-qPCR et 3) Comparer les changements temporels du nombre de copies génétiques de SRAS-CoV-2 par 100 ml d'eaux usées dans chaque station d'épuration avec les cas hebdomadaires de COVID-19 rapportés par le ministère de la Santé de Mendoza.	Modéré

Tableau descriptif des études primaires retenues (= 35) - Suite

Auteur (année)	Titre	Pays	Type de devis	Objectifs	Niveau de qualité
Greenwald <i>et al.</i> (2021)	Tools for interpretation of wastewater SARS-CoV-2 temporal and spatial trends demonstrated with data collected in the San Francisco Bay Area	États- Unis	Écologique, longitudinal et spatial	1/ Évaluer les biomarqueurs de normalisation (crAssphage, PPMoV, Bacteroides rRNA, et 18S rRNA humain) pour ajuster le signal de l'ARN du SRAS-CoV-2; 2) Évaluer le dépistage du SRAS-CoV-2 dans les eaux usées comme complément aux tests cliniques pour la surveillance en santé publique; 3) Déterminer si les tendances des eaux usées sont en avance sur les tendances cliniques et pourraient fournir une alerte précoce des épidémies de COVID-19; 4) Évaluer une méthode systématique pour le lissage des courbes de tendances; 5) Développer une méthode systématique pour estimer une limite apparente de détection des cas basée sur les eaux usées et 6) Appliquer ces méthodes pour interpréter les tendances spatiales et temporelles de l'occurrence de la COVID-19 sur la base des données des eaux usées et des tests cliniques.	Élevé

Tableau descriptif des études primaires retenues (= 35) - Suite

Auteur (année)	Titre	Pays	Type de devis	Objectifs	Niveau de qualité
Hillary <i>et al.</i> (2021)	Monitoring SARS-CoV-2 in municipal wastewater to evaluate the success of lockdown measures for controlling COVID-19 in the UK	Royaume-Uni	Écologique, longitudinal et spatial	1/ Étudier l'utilisation de la surveillance basée sur les eaux usées pour le dépistage du SRAS-CoV-2 après la mise en œuvre de mesures nationales de confinement dans six centres urbains de taille variable au Royaume-Uni; 2/ Déterminer l'influence des facteurs environnementaux dans les eaux usées; 3/ Étudier l'impact du traitement des eaux usées sur l'élimination de l'ARN du SRAS-CoV-2 dans les eaux usées et 4/ Évaluer l'utilité de cette surveillance pour comprendre la variation génétique du SRAS-CoV-2 grâce au séquençage à haut débit.	Élevé

Tableau descriptif des études primaires retenues (= 35) - Suite

Auteur (année)	Titre	Pays	Type de devis	Objectifs	Niveau de qualité
Ho <i>et al.</i> (2021)	SARS-CoV-2 wastewater surveillance in Germany: Long-term RT-digital droplet PCR monitoring, suitability of primer/probe combinations and biomarker stability	Allemagne	Écologique et longitudinal	1/ Établir une procédure de surveillance des eaux usées robuste comprenant l'évaluation de différents gènes cibles et l'utilisation de la RT ddPCR; 2/ Appliquer l'approche de surveillance du SRAS-CoV-2 dans les eaux usées dans le sud de l'Allemagne; 3/ Déterminer la distribution des variants du SRAS-CoV-2 et 4/ Étudier la stabilité de son génome dans des échantillons d'eaux usées.	Modéré
Hoar <i>et al.</i> (2022)	Monitoring SARS-CoV-2 in wastewater during New York City's second wave of COVID-19: sewershed-level trends and relationships to publicly available clinical testing data†	États-Unis	Écologique, longitudinal et spatial	Mettre en œuvre une campagne de surveillance de la COVID-19 dans les eaux usées dans la ville de New-York à 14 stations d'épuration.	Élevé
Kumar <i>et al.</i> (2021)	Unravelling the early warning capability of wastewater surveillance for COVID-19: a temporal study on SARS-CoV-2 RNA detection and need for the escalation	Inde	Écologique, longitudinal et spatial	1/ Détecter et quantifier l'ARN du SRAS-CoV-2 dans les échantillons d'eaux usées de Gandhinagar pour comprendre la situation pandémique sur 2 mois; 2/ Obtenir une résolution bihebdomadaire et hebdomadaire des données pendant deux mois dans les chargements de matériel génétique et 3/ Expliquer le potentiel de la surveillance basée sur les eaux usées pour la surveillance de la COVID-19 en tant qu'outil potentiel afin d'identifier les points chauds et la surveillance au niveau communautaire.	Modéré

Tableau descriptif des études primaires retenues (= 35) - Suite

Auteur (année)	Titre	Pays	Type de devis	Objectifs	Niveau de qualité
Kumar <i>et al.</i> (2021)	Wastewater surveillance-based city zonation for effective COVID-19 pandemic preparedness powered by early warning: a perspectives of temporal variations in SARS-CoV-2-RNA in Ahmedabad, India	Inde	Écologique, longitudinal et spatial	Mettre en avant les preuves de l'applicabilité pratique de la surveillance des eaux usées dans la prédiction précoce des épidémies (SWEEP) pour la gestion de la pandémie de COVID-19 en comparant la concentration détectée de l'ARN du SRAS-CoV-2 dans les eaux usées de différentes parties de la ville avec les cas cliniques de COVID-19.	Modéré
Lazuka <i>et al.</i> (2021)	COVID-19 wastewater based epidemiology: long-term monitoring of 10 WWTP in France reveals the importance of the sampling context	France	Écologique, longitudinal et spatial	1/ Quantifier la concentration d'ARN de SRAS-CoV-2 à l'entrée d'un nombre significatif de stations d'épuration réparties sur l'ensemble du territoire français; 2/ Examiner si ce suivi est cohérent avec les données de prévalence afin d'évaluer la pertinence de la surveillance basée sur les eaux usées pour la COVID-19 et 3/ Évaluer l'intérêt de prendre en compte le contexte de prélèvement de l'échantillon.	Modéré
Li <i>et al.</i> (2022)	Longitudinal monitoring of SARS-CoV-2 in wastewater using viral genetic markers and the estimation of unconfirmed COVID-19 cases	États-Unis	Écologique et longitudinal	1/ Effectuer une surveillance à long terme des concentrations de marqueurs viraux du SRAS-CoV-2 dans les eaux usées de la région métropolitaine de Reno-Sparks, Nevada, États-Unis; 2/ Identifier les corrélations entre les signaux d'ARN viral du SRAS-CoV-2 dans les eaux usées et l'incidence de la COVID-19 dans la population; 3/ Évaluer si les concentrations de SRAS-CoV-2 dans les eaux usées fournissent un indicateur avancé de l'incidence de la COVID-19 et 4/ Estimer le nombre total d'infections dans la communauté au cours de la période d'étude.	Modéré

Tableau descriptif des études primaires retenues (= 35) - Suite

Auteur (année)	Titre	Pays	Type de devis	Objectifs	Niveau de qualité
Maida <i>et al.</i> (2022)	Wastewater-based epidemiology for early warning of SARS-COV-2 circulation: a pilot study conducted in Sicily, Italy	Italie	Écologique, longitudinal et spatial	1/ Étudier la relation entre la présence du SRAS-CoV-2 dans les eaux usées et la tendance des cas d'infection sur le territoire de 9 stations d'épuration des eaux usées de 8 villes siciliennes au cours de quatre vagues caractérisées par une propagation différente du virus et 2/Évaluer l'application de cette méthode comme outil d'alerte précoce possible de la circulation du SRAS-CoV-2 dans la population générale.	Modéré
Nagarkar <i>et al.</i> (2021)	SARS-CoV-2 monitoring at three sewersheds of different scales and complexity demonstrates distinctive relationships between wastewater measurements and COVID-19 case data	États-Unis	Écologique, longitudinal et spatiale	1/ Présenter les résultats de l'échantillonnage des eaux usées dans le comté de Hamilton, Ohio pendant une période de 6 mois; 2/ Comparer la relation entre les tendances temporelles de la concentration de SRAS-CoV-2 dans les eaux usées et les cas rapportés sur les trois sites d'échantillonnage représentant des bassins d'égouts de taille et de complexité différentes et 3/ Évaluer l'impact de facteurs d'ajustement potentiels (efficacité de récupération d'un substitut ajouté, débit et biomarqueurs fécaux) pour améliorer les corrélations entre les mesures du SRAS-CoV-2 et le nombre de cas.	Élevé

Tableau descriptif des études primaires retenues (= 35) - Suite

Auteur (année)	Titre	Pays	Type de devis	Objectifs	Niveau de qualité
Pallida-Reyes <i>et al.</i> (2022)	Acquired insights from the long-term surveillance of SARS-CoV-2 RNA for COVID-19 monitoring: the case of Monterrey Metropolitan Area (Mexico)	Mexique	Écologique, longitudinal et spatial	1/ Détecter et quantifier la présence du virus SRAS-CoV-2 et sa dynamique temporelle dans les eaux usées municipales brutes et traitées des stations d'épuration et dans les effluents des hôpitaux; 2/ Explorer si ces données longitudinales reflètent et prédisent le nombre d'infections dans la population et 3/ Étudier les taux de détection et l'exactitude de la surveillance.	Modéré
Robotto <i>et al.</i> (2021)	Wastewater-based SARS-CoV-2 environmental monitoring for Piedmont, Italy	Italie	Écologique, longitudinal et spatial	1/ Expliquer la stratégie régionale de l'échantillonnage des eaux usées, 2/ Décrire le prétraitement, la conservation et l'analyse des échantillons, 3/ Rapporter les performances analytiques, y compris les conditions standard de gestion de la qualité, 4/ Évaluer les exigences en matière de normalisation; 5/ Comparer de façon détaillée la concentration de SRAS-CoV-2 dans les égouts avec les résultats des tests de diagnostic et 6/Discuter du potentiel, des facteurs limitants, des connaissances actuelles et des besoins de recherche pour améliorer le système de surveillance des eaux usées.	Modéré

Tableau descriptif des études primaires retenues (= 35) - Suite

Auteur (année)	Titre	Pays	Type de devis	Objectifs	Niveau de qualité
Roka <i>et al.</i> (2021)	Ahead of the second wave: early warning for COVID-19 by wastewater surveillance in Hungary	Hongrie	Écologique, longitudinal et spatial	L'article présente les résultats de la surveillance des eaux usées à Budapest et l'association à la deuxième vague d'infections.	Élevé
Rothman <i>et al.</i> (2021)	RNA viromics of Southern California wastewater and detection of SARS-CoV-2 single-nucleotide variants	États-Unis	Écologique, longitudinal et spatial	1/ Déterminer la diversité des virus à ARN dans les eaux usées de la Californie du Sud, et suivre si la charge virale détectée varie de manière longitudinale et 2/ Évaluer la possibilité de détecter les virus qui infectent l'humain, y compris les coronavirus, dans les eaux usées et évaluer la comparabilité entre la quantification du SRAS-CoV-2 à partir d'échantillons d'eaux usées et le nombre de cas de COVID-19 au niveau du comté; 3/ Évaluer l'utilisation de la métatranscriptomique pour détecter et suivre l'émergence de variants de souches de SRAS-CoV-2 dans les eaux usées au fil du temps.	Modéré
Rouchka <i>et al.</i> (2021)	The rapid assessment of aggregated wastewater samples for genomic surveillance of SARS-CoV-2 on a city-wide scale	États-Unis	Écologique, longitudinal et spatial	Rapporter les efforts entrepris dans le cadre d'un partenariat entre l'université, la municipalité et la santé publique de Louisville pour surveiller le SRAS-CoV-2 au moyen de l'analyse d'échantillons agrégés d'eaux usées.	Modéré

Tableau descriptif des études primaires retenues (= 35) - Suite

Auteur (année)	Titre	Pays	Type de devis	Objectifs	Niveau de qualité
Rusinol <i>et al.</i> (2021)	Monitoring waves of the COVID-19 pandemic: Inferences from WWTPs of different sizes	Espagne	Écologique, longitudinal et spatial	1/ Démontrer la relation quantitative entre le nombre de cas de COVID-19 et l'ARN du SRAS-CoV-2 détecté dans les eaux usées au cours de la première et de la deuxième vague de la pandémie; 2/ Mettre en lumière le nombre minimum de cas de COVID-19 dans le bassin versant d'une station d'épuration nécessaire pour que l'ARN du SRAS-CoV-2 soit quantifiable dans les eaux usées et 3/ Contribuer à une meilleure compréhension des effets de la taille de la population sur les efforts de surveillance.	Élevé
Sakarovitch et al. (2022)	Monitoring of SARS-CoV-2 in wastewater: what normalisation for improved understanding of epidemic trends?	France	Écologique, longitudinal et spatial	Dans le but d'identifier les facteurs de normalisation optimaux, les auteurs comparent les approches suivantes : 1/ La normalisation par la population et le débit d'eaux usées, recommandé par la Commission européenne; 2/ La normalisation basée sur la quantification des bactériophages à ARN spécifique F; 3/ La normalisation basée sur la quantification de l'azote ammoniacal et 4/Évaluer la validité et l'utilité d'un indice composite qui combine les informations véhiculées par tous les indicateurs générés par les approches précédentes.	Élevé

Tableau descriptif des études primaires retenues (= 35) - Suite

Auteur (année)	Titre	Pays	Type de devis	Objectifs	Niveau de qualité
Sangsanont et al. (2021)	SARS-CoV-2 RNA surveillance in large to small centralized wastewater treatment plants preceding the third COVID-19 resurgence in Bangkok, Thailand	Thaïlande	Écologique, longitudinal et spatial	Évaluer l'applicabilité de la surveillance de l'ARN du SRAS-CoV-2 dans les eaux usées pour renseigner sur des éclosions de COVID-19 dans une ville d'un pays à revenu faible/intermédiaire, à l'aide de RT-qPCR des gènes N1 et N2 (CDC).	Élevé
Tiwari et al. (2022)	Detection and quantification of SARS-CoV-2 RNA in wastewater influent in relation to reported COVID-19 incidence in Finland	Finlande	Écologique, longitudinal et spatial	1/ Suivre durant 10 mois l'ARN du SRAS-CoV-2 dans des échantillons d'effluents de 28 stations d'épuration en Finlande et comparer les résultats avec un taux d'incidence sur 14 jours (somme mobile sur 14 jours) des cas confirmés de COVID-19 dans les communautés respectives; 2/ Identifier le nombre minimum de cas de COVID-19 nécessaires pour détecter et quantifier l'ARN du SRAS-CoV-2 dans les échantillons d'effluents d'eaux usées en Finlande et 3/ Étudier le potentiel de la surveillance de la COVID-19 dans les eaux usées pour capter les tendances locales et nationales de l'incidence de la COVID-19.	Modéré
Tomasino et al. (2021)	SARS-CoV-2 RNA detected in urban wastewater from Porto, Portugal: method optimization and continuous 25-week monitoring	Portugal	Écologique, longitudinal et spatial	1/ Décrire les étapes d'optimisation d'un programme de surveillance visant à détecter et à quantifier l'ARN du SRAS-CoV-2 dans les eaux usées non traitées et 2/ Rapporter, sur une base hebdomadaire, les charges virales entre septembre 2020 et mars 2021 dans les deux stations d'épuration (STEP) de la ville de Porto, au Portugal.	Modéré

Tableau descriptif des études primaires retenues (= 35) - Suite

Auteur (année)	Titre	Pays	Type de devis	Objectifs	Niveau de qualité
Wang <i>et al.</i> (2021)	Long-term surveillance of wastewater SARS-CoV-2 in Los Angeles County	États-Unis	Écologique, longitudinal et spatial	1/ Mettre en évidence l'utilité de la surveillance du SRAS-CoV-2 dans les eaux usées en surveillant la charge virale dans les eaux usées de cinq STEP du comté de Los Angeles pendant 44 semaines. 2/ Estimer le nombre de personnes infectées à partir des données des eaux usées et 3/ Étudier les facteurs propres au système (SSF) pour chacune des stations d'épuration échantillonnées afin de déterminer les variables d'influence possibles.	Élevé
Weidhass <i>et al.</i> (2021)	Correlation of SARS-CoV-2 RNA in wastewater with COVID-19 disease burden in sewersheds	États-Unis	Écologique, longitudinal et spatial	1/ Analyser les concentrations d'ARN de SRAS-COV-2 pendant neuf semaines dans dix installations de traitement des eaux usées de l'Utah et 2/ Comprendre les tendances des charges d'ARN du SRAS-CoV-2 dans les eaux usées en lien avec la charge de morbidité de la COVID-19.	Élevé
Wolfe <i>et al.</i> (2021)	High-frequency, high-throughput quantification of SARS-CoV-2 RNA in wastewater settled solids at eight publicly owned treatment works in Northern California shows strong association with COVID-19 incidence	États-Unis	Écologique, longitudinal et spatial	1/ Démontrer qu'un programme de surveillance du SRAS-CoV-2 axé sur les solides des eaux usées peut être facilement mis à l'échelle pour produire des résultats sensibles et représentatifs de l'incidence de la COVID-19 grâce à un effort à haute fréquence mené par un laboratoire commercial avec des délais d'exécution de moins de 24 heures et 2/ Lancer un projet de surveillance prospective dans huit usines de traitement des eaux usées.	Élevé

Tableau descriptif des études primaires retenues (= 35) - Suite

Auteur (année)	Titre	Pays	Type de devis	Objectifs	Niveau de qualité
Wolfe <i>et al.</i> (2021)	Scaling of SARS-CoV-2 RNA in settled solids from multiple wastewater treatment plants to compare incidence rates of laboratory-confirmed COVID-19 in their sewersheds	États-Unis	Écologique, longitudinal et spatial	1/ Comparer les mesures de l'ARN du SRAS-CoV-2 dans différentes usines de traitement des eaux usées avec les taux d'incidence de la COVID-19 dans leurs bassins d'égouts.	Élevé
Wu <i>et al.</i> (2021)	Wastewater surveillance of SARS-CoV-2 across 40 U.S. states from February to June 2020	États-Unis	Écologique, longitudinal et spatial	1/ Mettre en œuvre une campagne de surveillance nationale de la COVID-19 dans les eaux usées dans 159 comtés de 40 États américains et 2/ Étudier le taux de détection et la précision de la surveillance du SRAS-CoV-2 dans les eaux usées en comparant les données relatives aux eaux usées au nombre de cas signalés cliniquement par les agences sanitaires locales et nationales.	Élevé
Wu <i>et al.</i> (2021)	SARS-CoV-2 RNA concentrations in wastewater foreshadow dynamics and clinical presentation of new COVID-19 cases	États-Unis	Écologique, longitudinal et spatial	1/ Identifier la première apparition et la propagation du virus afin de déduire la dynamique de l'excrétion virale et d'étudier la relation entre les concentrations de SRAS-CoV-2 dans les eaux usées, les cas de COVID-19 signalés cliniquement et les interventions de santé publique à l'échelle de l'État.	Élevé

Tableau descriptif des études primaires retenues (= 35) - Suite

Auteur (année)	Titre	Pays	Type de devis	Objectifs	Niveau de qualité
Xiao <i>et al.</i> (2022)	Metrics to relate COVID-19 wastewater data to clinical testing dynamics	États-Unis	Écologique, longitudinal et spatial	1/ Développer 3 paramètres quantitatifs permettant de relier les données de la COVID-19 issues des eaux usées à la dynamique des tests cliniques : (a) le rapport ou ratio entre le nombre de copies de gènes du SRAS-CoV-2 dans les eaux usées et les cas cliniques (rapport WC), (b) le délai entre la déclaration des données des eaux usées et celle des cas cliniques – <i>time lag</i> et (c) une fonction de transfert entre les courbes des eaux usées et des cas cliniques.	Élevé
Zhu <i>et al.</i> 2022	COVID-19 case prediction via wastewater surveillance in a low-prevalence urban community: a modeling approach	Japon	Écologique, longitudinal et spatial	1/ Analyser la relation entre le nombre de cas de COVID-19 signalés et la détection de l'ARN viral par RT-qPCR dans les effluents des eaux usées. 2/ À partir des données de détection, présenter deux mesures qui aident les chercheurs à extraire des informations des résultats de la surveillance des eaux usées et 3/ Appliquer et évaluer deux approches de modélisation qui s'appliquent respectivement aux détections quantifiables et binomiales de virus dans les eaux usées.	Élevé

Annexe 4

Description des 4 revues de littérature

Tableau descriptif des revues de littérature retenues (= 4)

Auteur (année)	Titre	Pays	Type de devis	Objectifs	Principaux constats	Niveau de qualité
Bonanno Ferraro <i>et al.</i> (2021)	A state-of-the-art scoping review on SARSCoV2 in sewage focusing on the potential of wastewater surveillance for the monitoring of the COVID-19 pandemic	Italie	Étude de portée	1/ Présenter les preuves actuelles concernant le potentiel de la surveillance des eaux usées : (a) en tant que système d'alerte précoce pour identifier les premiers signes d'épidémies; (b) pour suivre les tendances des flambées en cours; (c) pour estimer la prévalence des infections et (d) étudier la diversité génétique et les variants du SRAS-CoV-2 dans la communauté.	1/La surveillance du SRAS-CoV-2 dans les eaux usées pourrait servir de système d'alerte précoce pour identifier les signes d'épidémies et potentiellement les prévenir dans les communautés de petite et de grande taille; 2/ La surveillance des tendances des concentrations virales dans les eaux usées permet de suivre la propagation et la dynamique de la maladie, ce qui permet de mettre en œuvre des mesures de réponse opportunes pour contenir les épidémies; 3/ L'épidémiologie basée sur les eaux usées semble être prometteuse pour estimer la prévalence de la COVID-19 dans la population. Cependant, à ce jour, des incertitudes limitent la fiabilité de cette approche.	Critiquement faible
Hrudey <i>et al.</i> (2022)	The devil is in the details: emerging insights on the relevance of wastewater surveillance for SARS-CoV-2 to public health	Canada	Revue de littérature narrative	1/ Fournir une perspective plus complète sur l'expérience de la surveillance du SRAS-CoV-2 dans les eaux usées; 2/ Faire état des détails des différents connus et inconnus pour mieux comprendre la signification des résultats dans la prise de décision en santé publique et 3/ Justifier des conclusions qui pourraient être différentes de celles qui apparaissent à première vue.	1/ L'adoption généralisée de la surveillance du SRAS-CoV-2 basée sur les eaux usées est pertinente et utile lorsqu'elle peut fournir des preuves susceptibles d'éclairer de manière fiable les interventions de santé publique; 2/ La possibilité pour la surveillance basée sur les eaux usées de fournir une alerte précoce de l'émergence de l'infection par la COVID-19 par rapport aux tests cliniques est attrayante, mais la capacité dépend des détails spécifiques de la logistique de mise en œuvre de cette surveillance; 3/ Les données peuvent être considérées comme objectives à condition que des programmes AQ/CQ adéquats soient prévus pour garantir la validité des signaux génétiques du SRAS-CoV-2 qui sont mesurés dans les eaux usées.	Critique-ment faible

Tableau descriptif des revues de littérature retenues (= 4) – Suite

Auteur (année)	Titre	Pays	Type de devis	Objectifs	Principaux constats	Niveau de qualité
Kumar <i>et al.</i> (2022)	Lead time of early warning by wastewater surveillance for COVID-19: geographical variations and impacting factors	Inde	Revue de littérature narrative	1/ Détailler les variations temporelles et le délai d'alerte précoce signalés internationalement afin d'établir une perspective globale; 2/ Mettre en lumière et analyser de manière critique toutes les causes qui régissent la variation des données de charge virale signalées dans les matrices environnementales et 3/ Discuter des stratégies alternatives de vigie par les eaux usées et des perspectives.	1/ Les rapports de la surveillance basée sur les eaux usées dans le monde ne sont pas comparables, notamment en termes de copies de gènes détectées et de temps de latence gagné entre le pic d'ARN surveillé dans les eaux usées et le pic de cas signalés; 2/ Les installations sanitaires et les conditions climatiques variables qui ont un impact sur le taux de dégradation du virus sont deux caractéristiques majeures qui limitent la comparabilité des résultats; 3/La surveillance basée sur les eaux usées s'applique mieux aux pays WASH disposant d'un système d'égouts bien raccordé.	Critiquement faible
Shah <i>et al.</i> (2021)	Wastewater surveillance to infer COVID-19 transmission: a systematic review	Singapour	Revue systématique	Évaluer la performance de la surveillance des eaux usées comme système d'alerte précoce de la transmission communautaire de la COVID-19.	1/ La surveillance des eaux usées peut potentiellement servir de « système d'alerte précoce » afin de suivre les tendances de la transmission du SRAS-CoV-2; cependant, davantage d'articles doivent examiner la sensibilité et la valeur prédictive positive pour permettre une méta-analyse fournissant des preuves plus solides; 2/Il y a un besoin urgent de mettre en place des lignes directrices mieux fondées sur les aspects de la conception, de l'exécution et de l'interprétation des études de surveillance des eaux usées afin qu'elles soient utilisées à l'échelle mondiale et qu'elles permettent une méta-analyse solide; 3/ L'importance d'une telle évaluation réside dans son potentiel d'explication de l'hétérogénéité des résultats et dans sa capacité à classer la force des preuves présentées par les études, ce qui peut influencer l'interprétation des résultats synthétisés.	Critiquement faible

Annexe 5

Grille d'évaluation de la qualité des études primaires

Outil d'évaluation de la qualité des études quantitatives (OEQEQ) appliqué au domaine de la surveillance du SRAS-CoV-2 dans les eaux usées (partie I) et explications des critères (partie II)

Partie I Outil d'évaluation de la qualité des études quantitatives (OEQEQ) appliqué au domaine de la surveillance du SRAS-CoV-2 dans les eaux usées

Sections	Questions et critères	Réponses			Commentaires
		Oui	Non	Ne sait pas	
Objectif de recherche	Q1. Est-ce que les questions de recherche sont suffisamment justifiées et clairement énoncées?				
	A- Est-ce que le but de la recherche est justifié?*				
	B- Est-ce que les objectifs sont clairement énoncés?*				
	<i>Condition pour répondre adéquatement à la question : 2 critères/2</i>				
Devis d'étude	Q2. Est-ce que le devis d'étude est bien décrit et permet-il de répondre aux objectifs de recherche?				
	A- Est-ce que le devis d'étude est clairement décrit?*				
	B- Est-ce que le devis d'étude permet de répondre aux objectifs de recherche?*				
	<i>Condition pour répondre adéquatement à la question : 2 critères/2</i>				
Méthodologie des eaux usées	Q3. Est-ce que le réseau des égouts et la méthode d'échantillonnage des eaux usées sont décrits avec précision?				
	A- Est-ce que des informations concernant le réseau des égouts sont rapportées dans l'étude?*				
	B- Est-ce que le lieu, la période et le type d'échantillonnage ainsi que les conditions de conservation des échantillons sont correctement décrits?*				

Partie I Outil d'évaluation de la qualité des études quantitatives (OEQEQ) appliqué au domaine de la surveillance du SRAS-CoV-2 dans les eaux usées (suite)

Sections	Questions et critères	Réponses			Commentaires
		Oui	Non	Ne sait pas	
Méthodologie des eaux usées (suite)	<i>Condition pour répondre adéquatement à la question : 2 critères/2</i>				
	Q4. Est-ce que les méthodes de concentration et d'extraction de l'ARN SRAS-CoV-2 sont bien décrites et élaborées pour générer des données de qualité?				
	A- Est-ce que les méthodes d'essai en laboratoire sont décrites ou référencées avec précision?*				
	B- Est-ce qu'un processus d'assurance et de contrôle de la qualité (QA/QC) des méthodes a été utilisé?*				
	<i>Condition pour répondre adéquatement à la question : 2 critères/2</i>				
Données du SRAS-CoV-2 dans les eaux usées	Q5. Est-ce que les concentrations de SRAS-CoV-2 dans les eaux usées ont été normalisées pour tenir compte des paramètres environnementaux et/ou de la population influençant le signal viral rapporté dans les eaux usées?				
	A- Est-ce que le débit des eaux usées a été utilisé pour corriger les effets de la dilution (en raison des précipitations, de la fonte des neiges, de l'infiltration des eaux souterraines, etc.)?				
	B- Est-ce que des bio-indicateurs viraux, ou d'autres types d'indicateurs (ex. : chimiques) ou des paramètres physico-chimiques des eaux usées ont été utilisés pour corriger la dilution, la variabilité de la taille de la population ou l'effet de divers processus agissant (?) dans les réseaux égouts (décantation, remise en suspension, décomposition, variabilité de la température)?				

**Partie I Outil d'évaluation de la qualité des études quantitatives (OEQEQ) appliqué au domaine
 de la surveillance du SRAS-CoV-2 dans les eaux usées (suite)**

Sections	Questions et critères	Réponses			Commentaires
		Oui	Non	Ne sait pas	
	C- Est-ce que les chercheurs ont étudié la validité de leur approche de normalisation?				
<i>Condition pour répondre adéquatement à la question : 2 critères/3</i>					
Données épidémiologiques	Q6. Est-ce que les données épidémiologiques utilisées dans l'étude sont adaptées à la stratégie d'échantillonnage des eaux usées?				
	A- Est-ce que les données épidémiologiques sont représentatives de la population, de la zone géographique et du moment de la collecte des données sur les eaux usées?*				
	B- Est-ce que les informations temporelles utilisées sont bien définies (date de prélèvement, date d'apparition des symptômes, date des tests de diagnostic, etc.)?				

Partie I Outil d'évaluation de la qualité des études quantitatives (OEQEQ) appliqué au domaine de la surveillance du SRAS-CoV-2 dans les eaux usées (suite)

Sections	Questions et critères	Réponses			Commentaires
		Oui	Non	Ne sait pas	
Données épidémiologiques (suite)	Q6. Est-ce que les données épidémiologiques utilisées dans l'étude sont adaptées à la stratégie d'échantillonnage des eaux usées? (suite)				
	C- Est-ce que plusieurs indicateurs de surveillance des cas de COVID-19 (incidence, prévalence, ratio de positivité, moyenne sur 7 jours, etc.) sont utilisés pour la comparaison avec les données sur les eaux usées?				
	<i>Condition pour répondre adéquatement à la question : 2 critères/3</i>				
	Q7. Est-ce que la source et la qualité des données épidémiologiques sont appropriées et rapportées de manière adéquate?				
	A- Est-ce que les données épidémiologiques proviennent d'une source fiable (santé publique ou gouvernementale)?*				
	B- Est-ce que les données épidémiologiques sont rapportées adéquatement dans l'étude ex. : erreur dans les figures, nombre de cas sans dénominateur de population, erreur d'appellation des indicateurs épidémiologiques)?*				
	C- Est-ce que le contexte pandémique des données épidémiologiques est suffisamment décrit (ex : politique de dépistage du SRAS-CoV-2, mesures de santé publique, situation épidémiologique, etc.)?				
	<i>Condition pour répondre adéquatement à la question : 2 critères/3</i>				

**Partie I Outil d'évaluation de la qualité des études quantitatives (OEQEQ) appliqué au domaine
 de la surveillance du SRAS-CoV-2 dans les eaux usées (suite)**

Sections	Questions et critères	Réponses			Commentaires
		Oui	Non	Ne sait pas	
Analyses quantitatives	Q8. Est-ce que l'analyse quantitative de la relation entre les données sur les eaux usées et les données épidémiologiques est bien décrite et suffisamment rigoureuse?				
	A- Est-ce que l'analyse quantitative (incluant la modélisation) est suffisamment bien décrite?*				
	B- Est-ce que l'analyse quantitative est appliquée adéquatement?*				
	C- Est-ce que les données et les codes de modélisation sont accessibles par l'intermédiaire d'une base de données publique?				
<i>Condition pour répondre adéquatement à la question : 2 critères/3</i>					
Résultats	Q9. Est-ce que les résultats sont rapportés adéquatement et suffisamment bien interprétés?				
	A- Est-ce que les résultats sont bien rapportés et intelligibles?*				
	B- Est-ce que les résultats permettent de répondre aux objectifs?				
	B- Compte tenu des résultats, les conclusions sont-elles valables?*				
	D- Les forces et les limites des résultats sont-elles rapportées?				
<i>Condition pour répondre adéquatement à la question : 3 critères/4</i>					

Partie I Outil d'évaluation de la qualité des études quantitatives (OEQEQ) appliqué au domaine de la surveillance du SRAS-CoV-2 dans les eaux usées (suite)

Sections	Questions et critères	Réponses			Commentaires
		Oui	Non	Ne sait pas	
Résultats (suite)	Q10. Est-ce que la valeur ajoutée des résultats dans l'analyse ou la gestion de la pandémie de COVID-19 est rapportée?				
	A- Est-ce que l'utilisation des résultats des eaux usées en vue de détecter les tendances d'infection au sein d'une communauté a été décrite?				
	B- Est-ce que l'utilisation des résultats des eaux usées en vue de détecter la (ré)émergence d'infections au sein d'une communauté avant la déclaration des cas est décrite?				
	C- Est-ce que l'étude rapporte les conditions de succès et les limites de l'utilisation de la surveillance des eaux usées pour le SRAS-CoV-2?				
	D- Est-ce que les décisions et les actions de santé publique soutenues par les résultats ont été décrites?				
	<i>Condition pour répondre adéquatement à la question : 2 critères/4</i>				
Conflits d'intérêts	Q11. Est-ce que les auteurs déclarent des sources potentielles de conflits d'intérêts?				
	<i>Condition pour répondre adéquatement à la question : 1 critère/1</i>				

Partie II Explications des critères de l'outil d'évaluation de la qualité des études quantitatives (OEQEQ) appliqué au domaine de la surveillance du SRAS-CoV-2 dans les eaux usées

Dans ce document, des définitions ont été ajoutées pour expliquer et illustrer l'application des critères associés à chaque question. Ce document permet de faciliter la compréhension de l'outil par les utilisateurs et de réduire ainsi la variabilité interévaluateur.

Q1. Est-ce que les questions de recherche sont justifiées et clairement énoncées?

Explications pour répondre aux critères :

- A- La raison d'être de la recherche devrait être clairement justifiée.
- B- L'étude devrait comporter des objectifs ou des questions de recherche ciblés et clairement énoncés.

Q2. Est-ce que le devis d'étude est bien décrit et permet de répondre aux objectifs de recherche?

Explications pour répondre aux critères :

Une fois les questions de recherche posées, le devis d'étude est une étape qui permet l'élaboration du schéma méthodologique pour mener à bien la recherche :

- A- Il devrait être clairement décrit dans l'étude.
- B- Il devrait être élaboré de façon à répondre aux questions de recherche. Par exemple, pour évaluer la tendance d'une épidémie, le schéma méthodologique devrait évaluer une même population pendant une certaine période de temps (étude de suivi ou de cohorte). Aussi, la stratégie d'échantillonnage (y compris le type et la fréquence des échantillons) doit dépendre de la prévalence de la COVID-19 dans la communauté et des besoins de santé publique.

Q3. Est-ce que le réseau des égouts et la méthode d'échantillonnage des eaux usées sont décrits avec précision?

Explications pour répondre aux critères :

- A- Des détails doivent être donnés sur le réseau d'égouts où circulent les eaux usées. Par exemple, des informations telles que le système d'égouts combiné ou séparé, les temps de rétention hydraulique, la contribution des eaux usées industrielles, la contribution des eaux usées résidentielles, la population desservie, etc., sont utiles pour interpréter les données sur les eaux usées.
- B- Les détails sur l'échantillonnage sont très importants pour interpréter les données sur les eaux usées. La description du site d'échantillonnage (sur le réseau d'égouts, à l'endroit exact dans la station d'épuration, etc.), le type d'échantillonnage (échantillons ponctuels ou échantillons composites), la période d'échantillonnage ou le moment de la journée, la manipulation des échantillons (transport et stockage des échantillons) sont attendus.

Q4. Est-ce que les méthodes de concentration et d'extraction de l'ARN du SRAS-CoV-2 sont bien décrites et élaborées pour générer des données de qualité?

Explications pour répondre aux critères :

- A- Différentes méthodes peuvent être utilisées pour concentrer les particules virales du SRAS-CoV-2 à partir des eaux usées, les extraire et les quantifier à partir du concentré. Il est nécessaire de décrire chaque étape (protocoles, réactifs, standards, etc.) ou de faire référence aux publications décrivant les procédures utilisées. Ceci est important pour pouvoir comparer les approches entre les études en vue de standardiser les méthodes.
- B- L'assurance et le contrôle de la qualité peuvent garantir que les résultats sont cohérents et comparables en tenant compte des performances de la méthode et de l'exécution. Les procédures et les normes de contrôle des laboratoires sont essentielles pour comparer les concentrations d'ARN du SRAS-CoV-2 dans les eaux usées dans le temps et entre les différentes sources d'eaux usées. À titre d'exemple, les [Centers for Disease Control and Prevention \(CDC\)](#) recommandent les types suivants de contrôles de laboratoire pour la surveillance du SRAS-CoV-2 dans les eaux usées :
 - contrôle de récupération de la matrice;
 - contrôle des mesures quantitatives (réplicats, standards);
 - évaluation de l'inhibition;
 - contrôles négatifs.

Partie II Explications des critères de l'outil d'évaluation de la qualité des études quantitatives (OEQEQ) appliqué au domaine de la surveillance du SRAS-CoV-2 dans les eaux usées (suite)

Q5. Est-ce que les concentrations de SRAS-CoV-2 dans les eaux usées ont été normalisées pour tenir compte des paramètres environnementaux et/ou de la population influençant le signal viral rapporté dans les eaux usées?

Explications pour répondre aux critères :

Il est recommandé de normaliser les concentrations de SRAS-CoV-2 dans les eaux usées avant d'évaluer les tendances afin de tenir compte des changements dans la dilution des eaux usées et des différences dans l'apport relatif de déchets humains au fil du temps.

- A- En effet, les égouts urbains présentent des apports non humains substantiels et variables, tels les précipitations, la fonte des neiges, l'infiltration des eaux souterraines, les rejets d'industries, etc., qui peuvent tous avoir un effet sur la concentration des particules virales. Afin de compenser ces effets et d'améliorer la représentativité et la comparabilité des données, les concentrations de SRAS-CoV-2 d'eaux usées peuvent être normalisées par le débit mesuré simultanément sur le site d'échantillonnage.
- B- Une autre approche pour faciliter l'interprétation des résultats du SRAS-CoV-2 et permettre la comparaison des concentrations entre les échantillons d'eaux usées au fil du temps ou provenant de différents endroits consiste à normaliser les concentrations de SRAS-CoV-2 par la quantité estimée de matières fécales humaines dans les eaux usées. Les contrôles de normalisation des matières fécales humaines peuvent être des microorganismes (*Pepper Mild Mottle Virus*, crAssphage, etc.) ou des composés chimiques propres aux matières fécales humaines (par exemple, la créatinine, le benzotriazole, le diclofénac, etc.) qui peuvent être mesurés dans les eaux usées pour estimer la variabilité de la taille de la population (en raison du tourisme, des visiteurs en semaine, des travailleurs temporaires, etc.). De même, d'autres contrôles, tels les paramètres standard de qualité des eaux usées (TSS, NH₄, etc.), peuvent être utilisés pour normaliser les charges virales afin de tenir compte de la dynamique de la population, de la dilution et de divers processus dans les égouts (décantation, remise en suspension, décomposition, température).
- C- La comparaison des données sur les eaux usées normalisées par différentes méthodes peut fournir des informations sur la validité de cette approche. De plus, on s'attend à ce que la corrélation avec les données de santé publique COVID-19 couvrant le même bassin versant soit meilleure en utilisant des données normalisées plutôt que des données non normalisées.

Q6. Est-ce que les données épidémiologiques utilisées dans l'étude sont adaptées à la stratégie d'échantillonnage des eaux usées?

Explications pour répondre aux critères :

- A- Les données épidémiologiques et les données sur les eaux usées devraient idéalement être tirées de la même zone/population. Cependant, dans plusieurs études, ces populations ne sont pas systématiquement alignées, les données sur les eaux usées provenant d'une station d'épuration d'une partie de la ville et les données épidémiologiques provenant de la ville entière. Par contre, d'autres études ont essayé de faire coïncider les deux sources de données. Par exemple, certaines études couvrant un secteur résidentiel ont exclu les résidents qui ne sont pas desservis par un réseau d'égouts. D'autres ont aligné les données en utilisant les informations du code postal de la population (ceci nécessite l'accès aux données de santé publique).
- B- La date de déclaration des données épidémiologiques doit être clairement indiquée pour faciliter l'interprétation des résultats et la comparaison avec d'autres études. Il est important de savoir si les données sont définies par la date de prélèvement, la date d'apparition des symptômes, la date de déclaration à la santé publique, etc., et ces données doivent être rapportées lorsqu'elles sont disponibles.
- C- La comparaison des données sur les eaux usées avec différents indicateurs de surveillance de la COVID-19 tels que les données de prévalence ou d'incidence ainsi que le ratio de positivité, la moyenne sur 7 jours, etc. pourrait fournir une image plus complète de l'utilité des données sur les eaux usées pour étudier les tendances des maladies dans les communautés. En particulier, lorsque l'on utilise une approche décalée dans l'analyse, les données d'incidence sont recommandées. Le ratio de positivité pourrait être utile (au moins comme covariable) pour prendre en compte la stratégie de dépistage dans la population.

Partie II Explications des critères de l'outil d'évaluation de la qualité des études quantitatives (OEQEQ) appliqué au domaine de la surveillance du SRAS-CoV-2 dans les eaux usées (suite)

Q7. Est-ce que la source et la qualité des données épidémiologiques sont appropriées et rapportées de manière adéquate?

Explications pour répondre aux critères :

- A- La source des données épidémiologiques fait référence à une agence officielle de santé publique par rapport à une source de données épidémiologiques vague ou non disponible.
- B- Les données épidémiologiques doivent être rapportées de manière adéquate pour une bonne interprétation des résultats. Cependant, ces dernières données sont parfois rapportées inadéquatement, et des erreurs d'appellation des indicateurs de prévalence ou d'incidence ont déjà été relevées.
- C- Les données épidémiologiques doivent idéalement présenter une certaine variabilité dans le temps, couvrant par exemple une vague épidémique complète. L'ensemble de données gagne encore en valeur si les différences dans la politique de dépistage du SRAS-CoV-2, les mesures de santé publique, la situation épidémiologique, etc. sont clairement décrites. Ces informations devraient améliorer l'interprétation de la classification des tendances de la COVID-19 basée sur les données des eaux usées (par exemple, la durée et la direction) et la compréhension du lien entre les eaux usées et les données épidémiologiques.

Q8. Est-ce que l'analyse quantitative de la relation entre les données sur les eaux usées et les données épidémiologiques est bien décrite et suffisamment rigoureuse?

Explications pour répondre aux critères :

- A- Les méthodes d'analyse quantitative clairement définies font référence aux méthodes statistiques employées telles que la corrélation de Pearson ou de Spearman et les modèles de régression (c'est-à-dire linéaires, généralisés, bivariés ou multivariés, etc.) qui sont utilisés pour explorer et décrire la relation entre différentes variables ainsi que la force de ces relations.
- B- Les méthodes quantitatives peuvent également faire référence à diverses autres approches de modélisation permettant d'estimer les tendances de l'incidence (ex. : régression segmentée) et de la prévalence des infections par le SRAS-CoV-2 à partir de données sur les eaux usées. Ces modèles peuvent prendre la forme de modèles purement axés sur les données (ex. : *machine learning*) ou intégrer des connaissances mécanistiques fondées sur un raisonnement scientifique.
- C- Les données et le code utilisés pour produire et analyser les résultats dans les publications sont souvent mis à la disposition du public par les chercheurs. Cela permet à la communauté des chercheurs de vérifier en profondeur les résultats publiés, ou d'appliquer le code à un ensemble de données différent et ainsi de vérifier les conclusions de l'étude. Ce libre accès aux données peut être considéré comme un élément supplémentaire de la qualité d'une étude.

Q9. Est-ce que les résultats sont rapportés adéquatement et suffisamment bien interprétés?

Explications pour répondre aux critères :

- A- Ce critère est en lien avec l'analyse des deux types de données utilisées (les données des eaux usées et les données épidémiologiques). Pour une interprétation de manière appropriée, les résultats doivent être suffisamment bien rapportés. Par exemple, les données épidémiologiques sont parfois rapportées inadéquatement, et des erreurs d'appellation des indicateurs de prévalence ou d'incidence sont relevées et peuvent porter à confusion. De plus, des échelles numériques cohérentes sur les figures permettent une interprétation visuelle appropriée des données de concentration normalisées.
- B- La méthode analytique et les résultats qui en découlent devraient permettre de répondre à la question de recherche.
- C- Ce critère est en lien avec l'interprétation des résultats. Les résultats obtenus doivent être suffisamment pertinents pour pouvoir tirer des conclusions valables.
- D- La qualité des résultats devrait être évaluée pour s'assurer qu'aucune limite importante ne pèse sur l'interprétation des résultats.

Partie II Explications des critères de l'outil d'évaluation de la qualité des études quantitatives (OEQEQ) appliqué au domaine de la surveillance du SRAS-CoV-2 dans les eaux usées (suite)

Q10. Est-ce que la valeur ajoutée des résultats dans l'analyse ou la gestion de la pandémie de COVID-19 est rapportée?

Explications pour répondre aux critères :

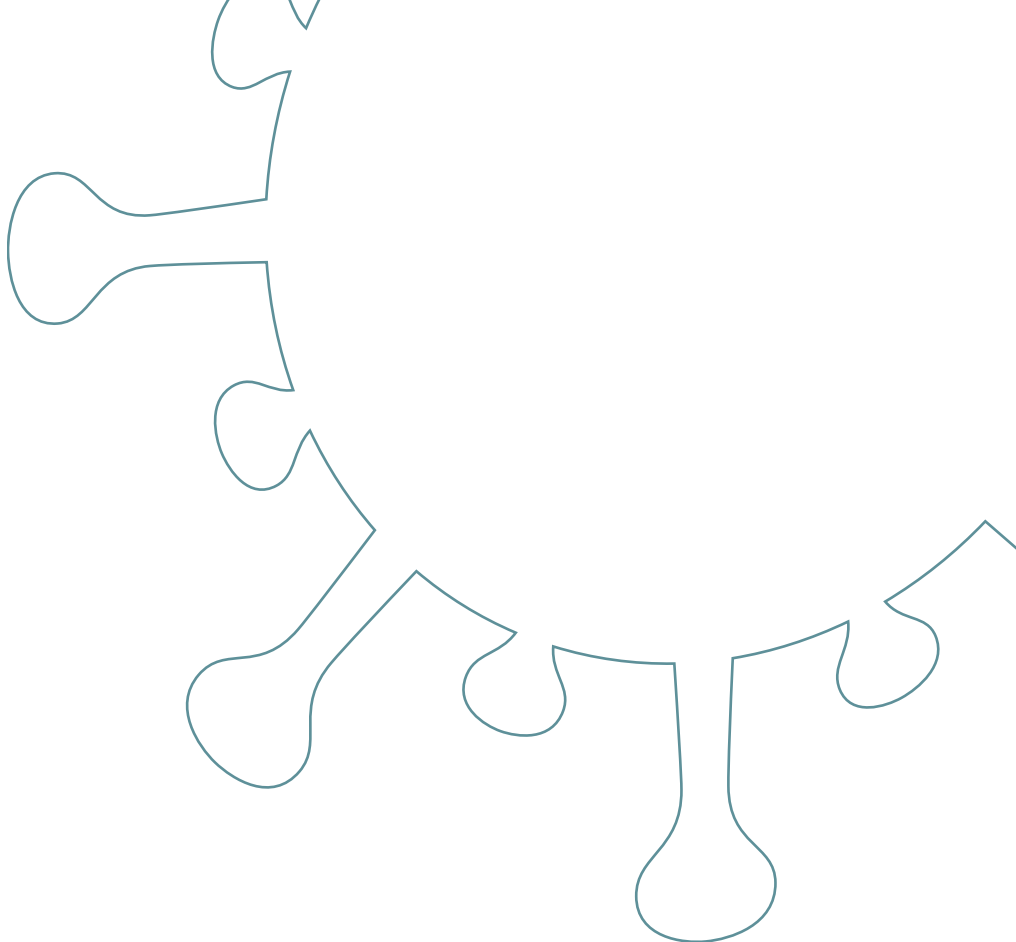
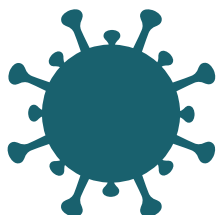
- A- Un indicateur fiable de COVID-19 dans les eaux usées d'une communauté pourrait être défini par sa validité (par exemple, sa sensibilité et sa spécificité) pour détecter la dynamique des cas de SRAS-CoV-2 (présence, tendances, épidémies, variantes, etc.) dans la population.
- B- La détection de la (ré)émergence d'infections au sein d'une communauté avant la déclaration des cas signalés par la santé publique pourrait inciter à utiliser les méthodes basées sur les eaux usées comme outil de détection précoce. L'avantage de la détection précoce pourrait être propre à chaque situation épidémiologique.
- C- Alors que les connaissances et les techniques de test progressent rapidement, les études devraient rendre compte autant que possible des conditions de succès et des obstacles à l'amélioration des méthodes utilisées pour la surveillance du SRAS-CoV-2 dans les eaux usées.
- D- Le domaine de la surveillance des eaux usées évolue rapidement, et la publication continue d'études de cas rapportant son utilisation dans la littérature jouera un rôle important dans la validation de cette approche. Les données de surveillance des eaux usées du SRAS-CoV-2 peuvent être utilisées pour influencer les décisions et les actions de santé publique comme les stratégies de dépistage clinique et de communication au sein des communautés, la communication de santé publique sur la façon dont les individus peuvent se protéger de la COVID-19 ainsi que la sensibilisation dans la communauté affectée. Les données peuvent aussi permettre le suivi et l'évaluation de l'impact des stratégies d'atténuation communautaires.

Q11. Est-ce que les auteurs déclarent des sources potentielles de conflits d'intérêts?

Explications pour répondre aux critères :

La réponse à cette question vise à préciser que la collaboration entre les auteurs et les partenaires n'interfère pas avec la validité des résultats présentés ni avec l'objectivité de l'étude. Les conflits d'intérêts pourraient être financiers, professionnels ou personnels, et pourraient concerner une organisation ou un individu.

Centre d'expertise
et de référence



www.inpsq.qc.ca

*Institut national
de santé publique*

Québec

