

Surveillance des eaux usées et de l'environnement

Synthèse relative au SARS-CoV-2

Version provisoire – 6 décembre 2024



Le présent document fournit des informations sur la surveillance des eaux usées et de l'environnement (de l'anglais *wastewater and environmental surveillance*, ou WES) pour le suivi du SARS-CoV-2. Il doit être utilisé conjointement avec les orientations sur la WES pour la détection d'un ou de plusieurs agents pathogènes, qui l'accompagnent, lesquelles comprennent des informations générales et transversales (disponibles [ici](#)). Sauf mention contraire, les informations proviennent de sources existantes de l'Organisation mondiale de la Santé (OMS) et des Centers for Disease Control and Prevention (CDC) des États-Unis accessibles au public et à jour au moment de la rédaction du présent document¹⁻⁴.

Aperçu de la surveillance des eaux usées et de l'environnement pour la détection du SARS-CoV-2

- Le SARS-CoV-2 présente toujours une grande importance pour la santé publique, y compris en tant que menace pandémique.
- Dans les environnements équipés d'égouts, il existe des preuves solides que la WES pour la détection du SARS-CoV-2 fournit des informations exploitables, qui présentent une valeur relative, une faisabilité technique et opérationnelle et une acceptabilité élevées.
- Toutefois, à quelques exceptions notables près, l'intégration dans le cadre de la surveillance et de la COVID-19, de maladies respiratoires et de la riposte en la matière, ainsi que dans la WES à cibles multiples n'est pas largement mise en œuvre.
- Dans les environnements non raccordés à un réseau d'égouts, d'après un certain nombre de données, la WES pour la détection du SARS-CoV-2 présente un potentiel modéré.
- L'innovation et l'amélioration continues de l'échantillonnage et des filières analytiques et de laboratoire à cibles multiples permettront d'améliorer le rapport coût-efficacité et les applications dans des contextes variés.

Tableau 1. Évaluation rapide des principaux critères de la surveillance des eaux usées et de l'environnement pour la détection du *Vibrio cholerae* (environnements raccordés ou non à un réseau d'égouts)^{a, b}

Environnement	Évaluation catégorielle	Importance pour la santé publique	Possibilité d'action/Valeur relative	Faisabilité technique	Faisabilité opérationnelle	Acceptabilité	Optimisation	
	Force des données scientifiques						Lutte intégrée contre la maladie	WES à cibles multiples
Raccordé au réseau d'égouts	Évaluation catégorielle							
	Force des données scientifiques							
Non raccordé au réseau d'égouts	Évaluation catégorielle	Non séparée en fonction du raccordement ou non à un réseau d'égouts						
	Force des données scientifiques							

Légende :

1. Évaluation catégorielle des critères

Catégorie	Code	Description
Élevé		Le critère est évalué comme étant rempli au niveau le plus élevé
Intermédiaire		Le critère est évalué comme étant rempli à un niveau intermédiaire (il se peut que toutes les sous-composantes du critère ne soient pas remplies)
Faible		Le critère est évalué comme étant faible
Non pris en compte		Le critère est évalué comme n'étant pas pris en compte
Non applicable		Le critère n'est pas applicable OU ne peut être évalué en raison de données probantes insuffisantes

2. Force des données scientifiques

Force des données scientifiques	Code	Description
Fort		Des données probantes cohérentes de qualité, provenant notamment de plusieurs études ou contextes pertinents, à grande échelle, sur une période prolongée, avec des données provenant de zones bénéficiant de programmes et pas seulement d'études de recherche ou de projets de courte durée.
Modéré		Des données probantes pertinentes sont disponibles, mais ne répondent pas aux critères pour être qualifiées de « fortes ».
Données probantes insuffisantes		Les données probantes sont insuffisantes et des études/évaluations supplémentaires sont nécessaires.

^a Une description plus détaillée des critères utilisés pour évaluer l'applicabilité de la WES pour la détection d'un agent pathogène spécifique, ainsi que des méthodes employées pour les évaluer, est incluse dans les *Orientations relatives à la WES pour la détection d'un ou plusieurs agents pathogènes*. L'évaluation présentée dans le tableau 1 donne un aperçu de la situation au niveau mondial, mais l'évaluation au niveau des pays peut différer.

^b Les environnements raccordés à un réseau d'égouts font référence à des réseaux d'égouts fermés et réticulés. Les environnements sans égouts désignent les différents milieux qui ne sont pas « raccordés à un réseau d'égouts », y compris les caniveaux et les points d'échantillonnage communautaires. Les petites fosses septiques individuelles au niveau des habitations ou des bâtiments ne sont pas viables pour l'échantillonnage individuel et ne sont pas examinées ici séparément. La plupart des données probantes tirées de la WES à ce jour proviennent d'environnements disposant de réseaux d'égouts réticulés, souvent dans des pays à revenu élevé. Pourtant, une grande partie de la population mondiale vit dans des milieux aux systèmes hétérogènes non raccordés à un réseau d'égouts, ce qui a des répercussions sur l'évaluation des différentes catégories de WES.

^c Les données probantes classées comme « modérées » répondent à un ou plusieurs des critères suivants : elles ne proviennent pas de nombreux contextes, elles portent sur une courte période, elles ne contiennent pas de données probantes au niveau du programme ou les résultats ne sont pas cohérents ou de qualité.

Résumé

- Le **SARS-CoV-2** est un agent pathogène qui revêt une grande **importance pour la santé humaine à l'échelle mondiale**, notamment en tant que menace pandémique. Des réservoirs animaux et des hôtes potentiels ont également été identifiés.
- Les réseaux de surveillance mondiaux comprennent le système mondial élargi de surveillance de la grippe et de riposte (eGISRS), qui inclut une surveillance intégrée des agents pathogènes respiratoires, et le réseau de laboratoires de l'OMS consacré aux coronavirus (CoViNet).
- La WES fournit** aux autorités de santé publique des informations exploitables sur les tendances émergentes des variants du SARS-CoV-2. Elle a été utilisée parallèlement à la surveillance

génomique clinique disponible (le cas échéant) pour éclairer les politiques de soins de santé et guider les mesures de santé publique. Les tendances concernant l'infection de la population se sont également révélées utiles et exploitables dans certains contextes.

- Il est **techniquement possible** de surveiller les tendances quantitatives et génomiques du SARS-CoV-2 au moyen de la WES. Certaines données probantes mettent en évidence une forte corrélation entre les données tirées de la WES et les données cliniques dans les environnements raccordés à un réseau d'égouts.
- Il est **possible, d'un point de vue opérationnel**, d'atteindre des objectifs spécifiques de surveillance liés à la COVID-19 dans le cadre de programmes de WES de routine et agiles, et on dispose d'une expérience mondiale considérable en la matière, à grande échelle.
- La surveillance du SARS-CoV-2 au niveau de la population semble présenter un **degré élevé d'acceptabilité** et est évaluée positivement **d'un point de vue éthique**. Ces considérations incluent notamment le respect, la transparence, la justice et l'équité, les avantages pour la population et l'absence de préjudice. Les coûts liés à la WES sont relativement faibles par rapport aux autres solutions.
- **Possibilités de surveillance intégrée :**
 - La WES doit être planifiée en même temps que la surveillance multimodale du SARS-CoV-2, basée sur les événements et d'autres types de surveillance. Les informations doivent être visualisées dans des tableaux de bord intégrés afin de faciliter la prise de décisions en temps utile.
 - La mise en œuvre de la WES à cibles multiples, y compris pour le suivi du SARS-CoV-2, offre des possibilités de surveillance efficiente sous réserve d'une harmonisation des flux de travail. La WES pour plusieurs agents pathogènes respiratoires (tels que la grippe et le virus respiratoire syncytial) peut permettre une surveillance respiratoire intégrée.
 - Une approche à cibles multiples peut être mise en œuvre dans le cadre de la WES de routine ou agile, et pour améliorer les capacités de préparation et de riposte aux épidémies ou pandémies au niveau local.
 - Les informations sur le séquençage tiré de la WES peuvent être intégrées aux résultats dérivés des séquences cliniques individuelles pour fournir des informations combinées.
- **La plupart des données probantes publiées à grande échelle proviennent de pays à revenu intermédiaire à élevé** où les réseaux d'égouts réticulés sont très répandus. Il existe peu de données provenant de sites sentinelles non raccordés à un réseau d'égouts dans les pays à faible revenu.
- Les **principales lacunes en matière de connaissances** qui méritent de faire l'objet d'une recherche appliquée plus approfondie sont les suivantes :
 - Description et estimation des coûts de la valeur ajoutée spécifique au contexte de la WES par rapport aux priorités actuelles de la surveillance sentinelle intégrée de l'eGISRS, y compris dans le cadre de la préparation aux pandémies.
 - Faisabilité et applications en matière de santé publique dans des contextes peu étudiés, en particulier dans les pays à revenu faible, les climats non tempérés et de nombreux milieux non raccordés à un réseau d'égouts.

- Besoins en ressources pour la mise en place et le maintien d'une WES de routine et agile, y compris pour le SARS-CoV-2, et dans le cadre d'une WES à cibles multiples.

Table des matières

Aperçu de la surveillance des eaux usées et de l'environnement pour la détection du SARS-CoV-2	1
Résumé.....	2
Table des matières	1
1. Informations générales	1
1.1. Le virus, les maladies associées et les facteurs de risque	1
1.2. Charge mondiale, répartition géographique et saisonnalité	1
1.3. Voies de transmission ⁴	2
1.4. Hôtes zoonotiques et réservoirs potentiels	2
1.5. Potentiel de pandémie humaine.....	3
2. Informations relatives au SARS-CoV-2 et aux eaux usées et environnementales.....	4
2.1. Apports potentiels dans les eaux usées et les eaux environnementales.....	4
2.2. Persistance et dégradation de la cible du SARS-CoV-2 et risque de virus infectieux.....	5
2.3. Expérience de la surveillance des eaux usées et de l'environnement pour le suivi du SARS-CoV-2	5
3. Surveillance de la COVID-19	7
3.1. Surveillance globale du SARS-CoV-2 et de la COVID-19 et riposte.....	7
3.2. Systèmes de surveillance et sources de données liés à la COVID-19	7
4. Objectifs de la surveillance des eaux usées et de l'environnement et mesures de santé publique correspondantes	9
4.1. Surveillance des eaux usées et de l'environnement de routine pour le suivi du SARS-CoV-2	9
4.2. Surveillance des eaux usées et de l'environnement agile (ou réactive) pour la détection et le suivi du SARS-CoV-2 et risque de pandémie des <i>betacoronavirus</i>	10
4.3. Mesures potentielles de santé publique découlant de l'ajout de la surveillance des eaux usées et de l'environnement pour la détection et le suivi du SARS-CoV-2	10
5. Considérations méthodologiques supplémentaires concernant la surveillance des eaux usées et de l'environnement pour le SARS-CoV-2.....	12
5.1. Méthodes d'échantillonnage	12
5.2. Méthodes de laboratoire et interprétation	12
5.3. Rapports et communications	13
5.4. Acceptabilité de la surveillance des eaux usées et de l'environnement pour la détection et le suivi du SARS-CoV-2	14
6. Considérations relatives à la surveillance intégrée et à la surveillance des eaux usées et de l'environnement à cibles multiples	15

6.1. Intégration de la surveillance des eaux usées et de l'environnement pour la détection et le suivi du SARS-CoV-2 dans les activités existantes de surveillance de la COVID-19 et de riposte.....	15
6.2. Intégration de la surveillance des eaux usées et de l'environnement à cibles multiples avec le SARS-CoV-2.....	15
7. Principales lacunes en matière de connaissances et priorités de la recherche appliquée.....	16
Annexe 1. Systèmes de surveillance existants pour le SARS-CoV-2	17
Références bibliographiques	20

1. Informations générales

1.1. Le virus, les maladies associées et les facteurs de risque

Le SARS-CoV-2 est un virus à ARN enveloppé de la famille des *Coronaviridae* (coronaviridées). La maladie à coronavirus 2019, abrégée en « COVID-19 », est causée par une infection par le SARS-CoV-2. Le virus est apparu comme un nouvel agent pathogène humain fin 2019 en Chine, et s'est rapidement propagé dans le reste du monde. Le 30 janvier 2020, l'OMS a déclaré une urgence de santé publique de portée internationale, qui durera jusqu'au 5 mai 2023. Dans la phase postérieure à la situation d'urgence, le virus reste une cause importante de morbidité et de mortalité dans toutes les régions, et demeure une menace de pandémie mondiale.

Le délai entre l'exposition au virus et l'apparition des symptômes chez les personnes symptomatiques peut aller d'un à 14 jours, la période d'incubation étant plus courte pour les variants Omicron que pour les variants antérieurs du SARS-CoV-2. La présentation clinique de la COVID-19 va de l'absence de symptômes à la maladie grave. La maladie de la COVID-19 peut être similaire à d'autres maladies respiratoires courantes, telles que celles causées par la grippe et le virus respiratoire syncytial (VRS).

Les personnes symptomatiques de la COVID-19 peuvent présenter un ou plusieurs des symptômes suivants : fièvre ou frissons, toux, essoufflement ou difficultés respiratoires, fatigue, myalgie (douleurs musculaires ou corporelles), maux de tête, nouvelle perte de goût ou d'odorat, maux de gorge, congestion ou écoulement nasal, nausées ou vomissements et diarrhée (liste non exhaustive). Dans les cas graves, la COVID-19 peut entraîner une pneumonie, un syndrome de détresse respiratoire aiguë (SDRA), une défaillance des organes et le décès, en particulier chez les personnes âgées et celles souffrant de problèmes de santé sous-jacents. L'infection par le SARS-CoV-2 peut entraîner une maladie rare mais grave, le syndrome inflammatoire multisystémique, qui touche aussi bien les enfants (MIS-C) que les adultes (MIS-A). Le SARS-CoV-2 provoque également des symptômes multisystémiques persistants chez un sous-ensemble de personnes infectées, connus sous le nom d'affections post-COVID-19 ou COVID longue. Les éventuelles séquelles à très long terme ne sont pas encore connues en raison de son émergence récente.

En cas d'infection, le risque de conséquences graves, notamment l'hospitalisation, l'admission en soins intensifs et le décès, augmente avec l'âge. Les personnes souffrant d'affections sous-jacentes, notamment de maladies cardiaques, de diabète, de maladies pulmonaires, ou qui sont immunodéprimées, présentent un risque accru de maladie grave par rapport à celles qui ne souffrent d'aucune de ces affections. L'accès aux informations sanitaires, aux vaccins, aux antiviraux de la COVID-19 et aux soins de santé de soutien liés à la COVID-19 varie d'un pays à l'autre et à l'intérieur d'un même pays. Le risque d'évolution grave est considérablement réduit par la vaccination, l'administration en temps utile d'antiviraux (si l'on peut en bénéficier) et l'accès à des soins de soutien.

1.2. Charge mondiale, répartition géographique et saisonnalité

La COVID-19 est présente dans le monde entier et constitue une charge de morbidité importante. En octobre 2024, plus de 776 millions de cas confirmés de COVID-19 et 7 millions de décès avaient été signalés à l'OMS⁵. Toutefois, en raison de diverses causes de sous-déclaration, le nombre réel de cas et de décès est beaucoup plus élevé. Plus précisément, on pense que la majeure partie de la population mondiale a été infectée par le SARS-CoV-2 au moins une fois, bien que la plupart des cas ne soient pas signalés. Cette infection généralisée ainsi que les programmes de vaccination mondiaux signifient que la

majeure partie de la population mondiale est susceptible d'avoir été infectée ou vaccinée au moins une fois. Cependant, l'immunité diminue avec le temps et est moins efficace contre les nouveaux variants. La surmorbidity et la surmortalité sont également dues aux effets indirects de la COVID-19 sur le système de santé ainsi que sur l'accès et le recours aux services de santé.

Dans la phase postérieure à la situation d'urgence, le SARS-CoV-2 continue de circuler à l'échelle mondiale dans toutes les régions de l'OMS. Les variants actuellement en circulation sont génétiquement éloignés de la souche ancestrale de Wuhan, étant donné que le SARS-CoV-2 continue d'évoluer, avec des changements associés dans la transmissibilité, l'échappement immunitaire et la manifestation de la maladie. Les facteurs virologiques, environnementaux et de l'hôte interagissent ensemble et donnent lieu à des vagues récurrentes d'infections qui ne sont pas encore devenues prévisibles et ne présentent pas de schémas saisonniers clairs. Il subsiste un risque que les futurs variants provoquent une maladie plus grave ou plus répandue que les variants actuels.

En résumé, le SARS-CoV-2 circule dans le monde entier et continuera à se propager, à évoluer génétiquement et à provoquer une maladie persistante accompagnée d'une morbidité et, dans certains cas, de décès, dans un avenir prévisible. La surveillance du SARS-CoV-2 reste d'actualité au niveau mondial, en particulier la surveillance génomique pour suivre l'émergence et la propagation des mutations génétiques et des variants.

1.3. Voies de transmission⁴

Chez les humains, le SARS-CoV-2 se transmet principalement d'une personne à l'autre par l'intermédiaire de particules respiratoires infectieuses. L'exposition se produit des façons suivantes :

- Inhalation de très fines gouttelettes respiratoires ou de particules fines.
- Dépôt de particules respiratoires infectieuses de tailles très diverses sur les muqueuses de la bouche, du nez ou des yeux, en particulier lors d'éclaboussures et de pulvérisations telles que la toux ou les éternuements.
- Contact avec les muqueuses en les touchant avec les mains ou d'autres objets portant des particules du virus SARS-CoV-2.

En l'absence de masques P2/N95 ou similaires correctement ajustés, toute personne en contact avec un hôte infecté court un risque. Le pic de transmissibilité semble se produire au début de la période infectieuse (avant l'apparition des symptômes et jusqu'à quelques jours après), mais les personnes infectées peuvent excréter des niveaux significatifs de virus infectieux jusqu'à 10 jours après l'infection. Les personnes infectées par le SARS-CoV-2 peuvent transmettre le virus même lorsqu'elles sont asymptomatiques ou présymptomatiques.

La transmission par l'eau de boisson et les aliments n'est pas significative, et les risques de transmission par les fomites sont faibles.

1.4. Hôtes zoonotiques et réservoirs potentiels

Le risque de transmission zoonotique du SARS-CoV-2 aux humains est considéré comme faible. Dans certaines situations, le plus souvent lors de contacts étroits, des personnes ont transmis le SARS-CoV-2 à certains types d'animaux, notamment des animaux de compagnie (chats et chiens), des animaux dans

les zoos et les aquariums (grands félins, grands singes, mustélidés), des visons d'élevage et des animaux sauvages. Il existe différents réservoirs animaux infectés, tels que les visons, les hamsters et les cerfs, et des cas de transmission zoonotique à l'être humain en cas de contact étroit ont été signalés, mais ces cas sont rares⁶. Le rat d'égout (*Rattus Norvegicus*) serait un réservoir animal pertinent pour la WES.⁷⁻¹¹

1.5. Potentiel de pandémie humaine

Plusieurs coronavirus, dont le SARS-CoV-2 et le coronavirus du syndrome respiratoire du Moyen-Orient (MERS-CoV), sont considérés comme représentant une menace élevée de future pandémie humaine¹².

2. Informations relatives au SARS-CoV-2 et aux eaux usées et environnementales

2.1. Apports potentiels dans les eaux usées et les eaux environnementales

Excrétion humaine : bien que les schémas d'excrétion individuelle à la suite d'une infection aiguë varient considérablement, de nombreuses études ont mis en évidence des corrélations élevées entre les données relatives aux cas signalés et les niveaux quantitatifs d'eaux usées, ainsi qu'entre la proportion de variants dans la surveillance clinique et les eaux usées au niveau de la population¹³. Les personnes asymptomatiques et symptomatiques infectées par le SARS-CoV-2 peuvent excréter des virions et de l'ARN viral dans les selles et les sécrétions respiratoires, telles que les expectorations et la salive, et, à des niveaux plus faibles, dans les urines^{13, 14}. Les sécrétions respiratoires et nasopharyngées peuvent être directement introduites dans les eaux usées ou par l'intermédiaire de la salive et des expectorations avalées. Une méta-analyse précoce (2020) de la pandémie a trouvé des échantillons de selles ou d'écouvillons anaux positifs au SARS-CoV-2 chez 52 % des 2 149 patients étudiés, avec des échantillons de selles testés positifs pendant une moyenne de 12,5 jours (van Doorn *et al.*, 2020). Cette proportion est similaire à celle constatée dans le cadre d'une autre méta-analyse qui portait sur 2 352 patients atteints de COVID-19 hospitalisés, chez lesquels la prévalence groupée d'ARN fécal était estimée à 46,8 % (de 38,3 à 55,4 %, avec un intervalle de confiance de 95 %)¹⁵. Les selles semblent être le principal élément contribuant aux échantillons d'eaux usées au niveau communautaire¹⁶.

Les niveaux et la durée de l'excrétion individuelle sont également influencés par le type de variant du SARS-CoV-2, l'âge, l'état de la maladie et le statut vaccinal (Cevik *et al.* 2021; Prasek *et al.* 2023). Ces facteurs influencent à leur tour les schémas d'excrétion spécifiques à la communauté¹⁷. Une méta-analyse de 79 études portant sur l'excrétion au cours de la phase initiale de la pandémie jusqu'à la mi-2020 a fait état d'une durée moyenne d'excrétion de l'ARN similaire pour les voies respiratoires supérieures et les selles, de 17,0 jours (de 15,5 à 18,6 jours, avec un intervalle de confiance à 95 %) et de 17,2 jours (de 14,4 à 20,1 jours) respectivement, avec des durées maximales de 83 et 126 jours¹⁸. Le variant Delta a été associé à une maladie plus grave et à des niveaux plus élevés d'excrétion virale¹⁹. Des méta-analyses ultérieures portant sur 29 études et 230 227 patients porteurs du variant Omicron ont mis en évidence une durée d'excrétion groupée plus courte pour les voies respiratoires supérieures de 10,8 jours (de 10,2 à 11,4 jours), une période plus longue que la période d'excrétion du virus viable de 5,1 jours (de 4,2 à 6,1 jours)²⁰.

Les affections post-COVID-19 s'accompagnant de symptômes multisystémiques persistants ne sont pas associées à l'excrétion. Cependant, il existe de rares cas d'excrétion prolongée après une infection aiguë, notamment chez les personnes immunodéprimées.

Excrétion zoonotique : comme décrit ci-dessus, il existe des hôtes et des réservoirs animaux potentiels (y compris les rats d'égout) qui peuvent contribuer aux eaux usées. Il convient d'en tenir compte, car ils peuvent donner lieu à des détections, par le biais de la WES, de variants présentant des mutations inhabituelles non observées dans les échantillons humains, appelées lignées cryptiques²¹.

2.2. Persistance et dégradation de la cible du SARS-CoV-2 et risque de virus infectieux

Pour détecter le SARS-CoV-2 dans les eaux usées et interpréter les niveaux quantitatifs d'ARN, il est important de prendre en compte de nombreux facteurs liés au réseau d'assainissement ou d'égouts. Il s'agit notamment de la quantité de virus déversée dans le réseau en différents points, de sa répartition relative dans les composants des eaux usées, du temps de transit dans le système de gestion des eaux usées, de la vitesse de dégradation jusqu'au point d'échantillonnage, du rôle potentiel des biofilms, de la présence éventuelle de facteurs inhibiteurs, ainsi que des approches et des limites méthodologiques permettant d'ajuster ces variables.

La température est un facteur clé qui influe sur le taux de dégradation ; les taux de dégradation augmentent avec la température des eaux usées ; le virus infectieux du SARS-CoV-2 se dégrade rapidement à température ambiante, tandis qu'une stabilité beaucoup plus grande et une dégradation plus lente sur plusieurs jours ou semaines ont été observées pour l'ARN viral²²⁻²⁴. La stabilité relative et la persistance de l'ARN viral dans une vaste plage de températures en font un candidat approprié pour la surveillance des eaux usées dans la plupart des contextes.

Le SARS-CoV-2 interagit également de manière dynamique avec les biofilms dans les égouts, ce qui a une incidence sur la dégradation ainsi que sur la persistance par la formation de réservoirs²⁵.

Alors que le virus compétent pour la réplication est détecté à de faibles niveaux dans les échantillons fécaux testés positifs à la PCR, rien ne prouve que le SARS-CoV-2 infectieux et capable de réplication soit présent dans les eaux usées ou dans les eaux environnementales contaminées par les activités humaines. Les données probantes épidémiologiques bien documentées de l'infection à COVID-19 n'ont jamais été attribuées à ces milieux d'exposition^{26,27}. Toutefois, l'application des protections standard est recommandée pour les personnes exposées dans le cadre de leur travail, compte tenu des risques infectieux connus.

2.3. Expérience de la surveillance des eaux usées et de l'environnement pour le suivi du SARS-CoV-2

Depuis 2020, une vaste expérience à grande échelle a été acquise en matière de WES pour le suivi du SARS-CoV-2 dans divers pays à travers le monde. Cette expérience, associée à une recherche appliquée approfondie visant à combler les principales lacunes en matière de connaissances, a démontré la corrélation entre les résultats tirés de la WES et les résultats cliniques pertinents²⁸. La WES pour le suivi du SARS-CoV-2 démontre une faisabilité technique et analytique bien établie pour les résultats quantitatifs (y compris l'ajustement pour la population, la dilution et d'autres facteurs de confusion) et la proportion relative de variants ayant fait l'objet d'une caractérisation génomique. Cela signifie que les résultats de la WES peuvent être analysés, interprétés et combinés avec d'autres données disponibles, et qu'il est possible de prendre des mesures en rapport avec les objectifs de surveillance de la santé publique avec un degré de confiance élevé. Il existe également de nombreux cas d'utilisation dans des pays où la transmission communautaire de COVID-19 a été faible ou inexistante pendant une longue période²⁹⁻³¹. Si la plupart des données publiées à grande échelle proviennent de pays à revenu élevé dotés de vastes réseaux d'égouts réticulés, on dispose également d'une vaste expérience dans des contextes divers, y compris dans des pays à revenu faible ou intermédiaire dotés de réseaux d'assainissement variés.

Les coûts liés à la WES sont nettement inférieurs à ceux des autres formes de surveillance fondées sur des échantillons individuels. Toutefois, les données publiées sur les coûts de mise en place et de maintien des programmes de WES pour le SARS-CoV-2 dans divers contextes, leur rapport coût-avantage ou leur rapport coût-efficacité pour différents cas d'utilisation sont limitées³⁹⁻⁴¹.

3. Surveillance de la COVID-19

3.1. Surveillance globale du SARS-CoV-2 et de la COVID-19 et riposte

Au cours de la phase postérieure à l'urgence de santé publique de portée internationale, le SARS-CoV-2 reste l'agent pathogène respiratoire le plus important au niveau mondial (en raison de la morbidité et de la mortalité des affections aiguës et des affections post-COVID-19), présentant des vagues d'infection imprévisibles et une évolution génétique permanente. Ce virus et d'autres membres spécifiques de la famille des *Coronaviridae* demeurent une menace de pandémie future¹². Il est nécessaire de disposer en temps utile d'informations sur l'intensité de la circulation du SARS-CoV-2, sur les maladies graves et sur les variants viraux en circulation, en veillant à plus d'équité au niveau mondial.

De nombreux systèmes de surveillance spécifiques au SARS-CoV-2 et à la COVID-19, nécessitant d'importantes ressources et mis en place pendant la phase d'urgence, ont été arrêtés, notamment ceux liés à la notification des cas confirmés et à la surveillance génomique clinique. On observe actuellement une tendance à l'intégration dans les systèmes de surveillance de routine des maladies transmissibles et de riposte, y compris dans la préparation aux pandémies et la surveillance intégrée des maladies.

Le passage d'une intervention d'urgence à des approches intégrées de surveillance et de riposte intervient aussi bien au niveau mondial qu'au niveau national. Il existe deux programmes mondiaux complémentaires dirigés par l'OMS qui mettent davantage l'accent sur les coronavirus et la surveillance intégrée des maladies respiratoires, y compris, mais sans s'y limiter, le SARS-CoV-2 :

- Le réseau de laboratoires de l'OMS consacré aux coronavirus (CoViNet) vise à rassembler les programmes de surveillance et les laboratoires de référence afin d'améliorer la surveillance épidémiologique et l'évaluation (phénotypique et génotypique) en laboratoire du SARS-CoV-2, du MERS-CoV et des nouveaux coronavirus qui revêtent une importance pour la santé publique. Cette initiative répond à l'approche « Une seule santé », laquelle englobe la surveillance des humains, des animaux et de l'environnement, y compris la surveillance des eaux usées. CoViNet facilitera la détection et la caractérisation de nouveaux variants, et contribuera à l'identification de nouveaux coronavirus représentant une menace pour la santé publique⁴².
- Le Système mondial OMS de surveillance de la grippe (GISRS), dirigé de longue date par l'OMS, comprend des équipes de laboratoire, d'épidémiologie et de surveillance qui assurent une surveillance de routine intégrée de la grippe au sein des établissements de santé. Ce système a été étendu à d'autres virus respiratoires dans le cadre du GISRS élargi (eGISRS), notamment le virus respiratoire syncytial et le SARS-CoV-2. Dans un avenir proche, l'eGISRS devrait être le système de référence assurant une surveillance sentinelle fiable et cohérente du SARS-CoV-2 à l'échelle mondiale, dans le cadre de laquelle les données seraient soumises à une plateforme mondiale de données appelée RespiMart.⁴³

3.2. Systèmes de surveillance et sources de données liés à la COVID-19

Les systèmes de surveillance de la COVID-19 varient considérablement d'un pays à l'autre. Les données disponibles sont spécifiques à chaque pays (et au contexte local) et évoluent dans le temps. Elles peuvent inclure les données suivantes :

Données spécifiques à la COVID-19/au SARS-CoV-2 :

- Données de surveillance des eaux usées (décrites plus loin).
- Cas signalés, hospitalisations, admissions en unité de soins intensifs et décès en lien avec le diagnostic de SARS-CoV-2/COVID-19 (ventilés par âge lorsque cette information est disponible).
- Nombre d'échantillons testés et taux de positivité (ventilés par centre de soins primaires et secondaires lorsque ces informations sont disponibles).
- Informations sur les variants provenant d'échantillons cliniques de cas associés à des métadonnées pertinentes.
- Visites aux urgences dues à la COVID-19.
- Couverture vaccinale (ventilée par âge lorsque cette information est disponible).
- Niveau de séroprévalence (à l'échelle nationale, par exemple chez les donneurs de sang).
- Recours à un traitement antiviral (s'il est disponible localement).

Données non spécifiques :

- Diagnostic fondé sur les syndromes (syndrome grippal/infection respiratoire aiguë sévère) : cas, hospitalisations, admissions en unités de soins intensifs.
- Surmortalité.
- Données relatives au système de santé : hospitalisations et capacité d'accueil et occupation des lits dans les unités de soins intensifs.
- Absentéisme.
- Données sur la mobilité de la population.
- Des informations rares provenant des médias sociaux et de l'actualité.
- Avis d'experts (par exemple, symptômes ou présentations inhabituels provenant des communautés médicales et vétérinaires).

Le tableau A.1.1 (annexe 1) propose une synthèse de certains systèmes de surveillance et tableaux de bord existants qui peuvent être utilisés conjointement avec la surveillance des eaux usées. Certains de ces tableaux de bord comprennent également des données sur la surveillance des eaux usées. Ils fournissent des informations générales qui peuvent être utiles pour éclairer les programmes de surveillance des eaux usées dans le cadre de la conception d'un système de surveillance collaborative.

4. Objectifs de la surveillance des eaux usées et de l'environnement et mesures de santé publique correspondantes

La WES ne constitue qu'une part de la surveillance multimodale, de sorte que les résultats doivent être intégrés à d'autres données afin de fournir des renseignements exploitables (et non des données isolées). Pour que sa mise en œuvre soit envisagée, la WES doit pouvoir apporter une valeur ajoutée dans le contexte local.

4.1. Surveillance des eaux usées et de l'environnement de routine pour le suivi du SARS-CoV-2

Les objectifs de la surveillance des eaux usées pour le suivi du SARS-CoV-2 (lorsqu'il est largement répandu) sont les suivants :

- Fournir une évaluation en temps utile des tendances quantitatives en matière d'infection, y compris les moments des hausses, des pics et des baisses au niveau local.
- Identifier en temps utile les variants et les mutations du SARS-CoV-2 qui circulent et qui présentent un intérêt.
- Fournir des données pertinentes qui peuvent être intégrées aux informations cliniques, environnementales et autres pour :
 - informer sur les prévisions à court terme des cas et de la charge pour le système sanitaire en fournissant ainsi une alerte rapide pour les flambées potentielles et lorsque le pic est atteint ;
 - fournir des données probantes et des informations supplémentaires sur l'évolution des schémas épidémiologiques du SARS-CoV-2 et de la COVID-19 (ainsi que d'autres agents pathogènes respiratoires, notamment dans le cadre de la WES à cibles multiples).

La WES de routine implique un échantillonnage régulier sur les mêmes sites à l'aide de méthodes uniformes.

4.2. Surveillance des eaux usées et de l'environnement agile (ou réactive) pour la détection et le suivi du SARS-CoV-2 et risque de pandémie des *betacoronavirus*

La détection précoce peut (à nouveau) s'avérer pertinente si le SARS-CoV-2 cesse de circuler au sein d'une zone ou d'une communauté, ou si un variant plus grave ou transmissible apparaît. En pareille situation, les objectifs de la surveillance des eaux usées et de l'environnement sont les suivants :

- Permettre une détection précoce de l'incursion du SARS-CoV-2 (ou d'une souche spécifique préoccupante), afin de faciliter la prise de mesures de santé publique.
- Fournir une assurance supplémentaire de l'absence de transmission communautaire significative du SARS-CoV-2 (en notant que la WES ne peut à elle seule exclure la présence d'un seul ou de quelques cas).

Une utilisation agile (et non de routine) de la WES pourrait également être envisagée lorsque des résultats supplémentaires permettraient de prendre des mesures spécifiques, par exemple pour caractériser la propagation géographique et temporelle d'un variant associé à des résultats cliniques plus graves ou pour aider à contenir une épidémie dans des contextes très vulnérables.

Les pays et les acteurs infranationaux peuvent avoir d'autres objectifs secondaires de surveillance en fonction des priorités locales.

Il existe d'autres cas d'utilisation potentiels pour les paramètres hyperlocalisés. Il s'agit par exemple des établissements de soins pour personnes âgées, des établissements pénitentiaires et d'autres populations présentant un risque élevé et qui pourraient bénéficier d'avantages grâce à des interventions ciblées. Ces cas d'utilisation sont moins considérés comme de la surveillance que comme faisant partie d'un modèle mixte de dépistage et d'analyse visant à ménager les capacités de diagnostic. Ces cas d'utilisation ne sont pas examinés ici.

La **WES agile** désigne une surveillance limitée dans le temps, déclenchée par un événement spécifique, et distincte de la surveillance de routine. La WES agile implique la mise en œuvre de nouvelles activités temporaires ou de changements ciblés dans le programme de WES existant. Il peut s'agir, par exemple, de prélever des échantillons plus fréquemment ou à des endroits différents, de réduire le délai d'obtention des résultats ou d'effectuer des analyses nouvelles ou différentes.

4.3. Mesures potentielles de santé publique découlant de l'ajout de la surveillance des eaux usées et de l'environnement pour la détection et le suivi du SARS-CoV-2

Les résultats tirés de la WES peuvent être utilisés en combinaison avec d'autres données de surveillance disponibles, pour identifier les zones géographiques marquées par une évolution des tendances des concentrations de SARS-CoV-2 et par l'apparition de nouveaux sous-types de variants et de nouvelles mutations, et pour déterminer leurs tendances. Ces observations peuvent être effectuées à différents niveaux, notamment aux niveaux communautaire, national et régional. Si une augmentation de la circulation est détectée, les autorités sanitaires peuvent envisager les mesures suivantes :

- Des communications publiques visant à promouvoir des comportements individuels de prévention (distanciation physique, port d'un masque), d'atténuation (rester à la maison en cas d'indisposition)

et de recours aux soins (recours aux vaccins, utilisation de tests de diagnostic, accès aux services de santé, prise d'antiviraux).

- Préparation en matière de santé publique, notamment par un dépistage ciblé, la vaccination et d'autres interventions au niveau de la population.
- Préparation du système de santé clinique, y compris en ce qui concerne les diagnostics et la distribution d'antiviraux, l'oxygène et la logistique des autres soins de santé, ainsi que la planification des ressources humaines et de la capacité d'accueil des hôpitaux.
- Des activités de WES agiles supplémentaires ou d'autres activités de surveillance renforcée.

Inversement, au fur et à mesure que les niveaux de circulation diminuent au sein de la communauté, des décisions peuvent être prises pour affecter les ressources limitées ailleurs, planifier efficacement les ressources humaines et informer la communauté des niveaux de risque plus faibles. Il existe plusieurs outils de communication permettant aux services de santé de faire passer des messages à différents publics cibles, y compris les femmes enceintes et les jeunes parents^{44, 45}.

5. Considérations méthodologiques supplémentaires concernant la surveillance des eaux usées et de l'environnement pour le SARS-CoV-2

Cette section doit être lue conjointement avec les considérations méthodologiques générales de la section 5 du document *Surveillance des eaux usées et de l'environnement pour la détection et le suivi d'un ou de plusieurs agents pathogènes : orientations sur la définition des priorités, la mise en œuvre et l'intégration* (disponible [ici](#)).

5.1. Méthodes d'échantillonnage

Lorsque le SARS-CoV-2 est largement répandu avec des schémas imprévisibles et des changements génomiques continus, l'échantillonnage de routine se concentre sur l'échantillonnage dans des zones de desserte stables afin d'établir des tendances. Le choix des lieux d'échantillonnage nécessite une connaissance locale des déplacements de la population entre le domicile, le lieu de travail, les établissements de santé et les lieux de loisirs. La sélection des sites sentinelles dans les réseaux d'égouts réticulés privilégie généralement une couverture élevée de la population dans les centres urbains, les considérations relatives à la mobilité locale et internationale, à d'autres risques et vulnérabilités au niveau de la population et à l'équité. Dans le cas de réseaux d'égouts non réticulés, les sites sentinelles peuvent être sélectionnés lorsque la population de la zone de desserte est susceptible d'être représentative de la communauté environnante et que les résultats peuvent raisonnablement être généralisés à l'ensemble de la population à risque. Les choix d'échantillonnage doivent également tenir compte des aspects d'équité, en particulier pour les populations défavorisées dont la charge de morbidité est disproportionnée ou pour lesquelles la couverture de la surveillance est faible, y compris celles qui ne sont pas couvertes par des réseaux d'égouts¹³. Il convient également d'envisager la surveillance des sites stratégiques, notamment les centres de transport tels que les grands aéroports, qui représentent à la fois les populations locales et les voyageurs entrants. Cela permet de détecter en temps utile les nouveaux variants et de participer aux réseaux mondiaux de surveillance sentinelle.

La fréquence et les délais d'échantillonnage peuvent être modifiés pour atteindre les objectifs de surveillance tout en réduisant au minimum les coûts et les ressources nécessaires. Par exemple, une fréquence plus élevée peut être pertinente pour détecter le moment d'un pic ou pour caractériser le taux de propagation d'un nouveau variant, mais elle peut s'avérer trop coûteuse et doit être réduite à la fréquence de base à d'autres moments. Le SARS-CoV-2 est l'agent pathogène pour lequel la plupart des études comparatives pertinentes ont été entreprises. Il est nécessaire d'évaluer, de contrôler et d'analyser les différentes méthodes d'échantillonnage, y compris leurs coûts associés et leur utilité pour la santé publique.

5.2. Méthodes de laboratoire et interprétation

Des méthodes de laboratoire largement utilisées et validées permettent de détecter la présence du SARS-CoV-2, de normaliser les résultats quantitatifs pour les ajuster en fonction de la population, de la dilution et d'autres facteurs de confusion, et d'identifier les variants présents^{13, 32}. Les variants et mutations spécifiques du SARS-CoV-2 sont identifiés à l'aide de combinaisons amorce/sonde ciblées ou de séquençage par rapport à des bases de données de classification mondiales. Les CDC fournissent une référence largement utilisée pour la séquence amorce/sonde⁴⁶. Les performances des kits d'amorces-

sondes doivent être contrôlées, mises à jour, validées et optimisées en fonction de l'évolution des variants. L'exhaustivité et la mise à jour en temps utile de ces bases de données génomiques mondiales sur le SARS-CoV-2 et des logiciels associés sont d'une importance capitale, les données étant aujourd'hui beaucoup plus réduites et moins fréquentes par rapport à la phase d'urgence de santé publique de portée internationale.

Pour renforcer les méthodes de laboratoire à l'égard du SARS-CoV-2 dans ce domaine émergent, il convient d'accorder la priorité à l'harmonisation et la normalisation des méthodes, à l'accréditation des tests et à l'assurance qualité externe. Les améliorations dans ces domaines faciliteront les comparaisons interlaboratoires des résultats et permettront des transpositions à plus grande échelle. En outre, l'utilisation de méthodes de PCR multiplex plutôt que singleplex peut être renforcée. Ces méthodes visent à intégrer des cibles multiples et à améliorer le rapport coût-efficacité sans pour autant compromettre la sensibilité ou d'autres paramètres clés.

5.3. Rapports et communications

À l'échelle mondiale, le tableau de bord de l'OMS sur les coronavirus permet de suivre et de signaler les cas de COVID-19 et les décès par région de l'OMS⁵. Il existe plusieurs tableaux de bord spécifiques à un pays ou à un lieu qui intègrent les résultats de la WES et des visualisations pour plusieurs agents pathogènes, parfois conjointement avec d'autres indicateurs de la COVID-19. Il existe également plusieurs référentiels mondiaux disposant de liens vers les tableaux de bord disponibles de la WES^{47, 48}. L'Observatoire des eaux usées de l'Union européenne pour la santé publique est l'une des ressources disponibles. Il fournit des rapports mensuels résumant les activités de WES disponible dans le monde, y compris en ce qui concerne le SARS-CoV-2, la grippe, le VRS, et il comporte des liens vers des tableaux de bord nationaux et infranationaux (Bulletin d'octobre de l'Union européenne, 2024). La remontée des données de WES n'est pas encore intégrée dans la plateforme RespiMart de l'eGISRS. Bien que l'on observe une tendance à l'harmonisation, les approches d'analyse et de remontée des données demeurent très variées, ce qui limite les comparaisons et les transpositions à plus grande échelle.

Il est préconisé de visualiser et de communiquer les données de la WES parallèlement à d'autres données de surveillance du SARS-CoV-2 et d'autres agents pathogènes respiratoires. Ces autres données fournissent un contexte supplémentaire aux données tirées de la WES, et permettent d'améliorer l'intégration de la surveillance pertinente pour garantir une information et une riposte combinées accessibles. Le portail d'information sur les maladies transmissibles en Suisse (Office fédéral de la santé publique, 2024) fait figure d'exemple en la matière. Les États-Unis proposent également un certain nombre de bonnes pratiques émergentes en matière de bio-informatique et d'information du public. L'outil COVID Data Tracker est la base de données sur la COVID-19 des CDC. Il fournit des données de surveillance de l'ensemble de la riposte, y compris les hospitalisations, les vaccinations, les informations démographiques et les décomptes quotidiens et cumulatifs des cas et des décès signalés aux CDC depuis le 21 janvier 2020. COVID Data Tracker est régulièrement mis à jour. La fréquence des mises à jour dépend de la disponibilité des données fournies par les juridictions⁴⁹. Les CDC des États-Unis présentent des données normalisées sur les eaux usées indiquant le pourcentage de variation des niveaux de prévalence du virus, ainsi que d'autres données, telles que : le niveau global de prévalence du virus dans les eaux usées par rapport aux données historiques sur les eaux usées pour le lieu en question ; le contexte géographique (par exemple, si les zones sont très touristiques ou si les communautés voisines

enregistrent une augmentation du nombre de cas) et les cas cliniques. Les communautés peuvent constater des changements dans les niveaux de prévalence du virus dans les eaux usées du virus au fur et à mesure que les stratégies de prévention dans leur région évoluent².

La communication aux parties prenantes concernées doit être adaptée à l'objectif et au contexte de la surveillance, notamment aux services de santé, aux administrateurs des systèmes de santé, aux cliniciens, au grand public et à des communautés spécifiques. Pour la majorité des utilisateurs, les données les plus utiles seront probablement celles qui permettent d'obtenir des informations intégrées sur les niveaux de risque d'exposition et la gravité de la maladie.

5.4. Acceptabilité de la surveillance des eaux usées et de l'environnement pour la détection et le suivi du SARS-CoV-2

Il existe très peu de données qualitatives et quantitatives directes provenant du grand public et des groupes communautaires ; une enquête répétée montre une acceptabilité élevée et durable de la WES pour des populations plus importantes aux États-Unis^{50, 51}. L'utilisation de la WES à grande échelle pour le SARS-CoV-2 ne semble pas poser de problèmes spécifiques d'acceptabilité ou d'éthique, si ce n'est le coût d'opportunité lié à l'affectation de ressources limitées, qui est commun à toutes les décisions d'affectation de ressources. Comme il s'agit d'un échantillon groupé de population, les individus ne sont pas identifiés dans la WES. L'utilisation et les points forts de la WES du SRAS-CoV-2 au niveau de la population semblent s'aligner sur les principales considérations éthiques que sont le respect, la justice, les avantages sociaux et l'absence de préjudice pour la population, y compris les considérations relatives à l'équité^{13, 52}. L'échantillonnage localisé plus ciblé dans des établissements individuels, des avions ou d'autres populations plus petites soulève des considérations éthiques spécifiques, notamment en ce qui concerne la protection de la vie privée et les avantages et inconvénients potentiels, qui sont différents de ceux de la WES au niveau de la population. Ces questions ne sont pas abordées dans le cadre de la WES au niveau de la population dont il est question dans la présente synthèse.

6. Considérations relatives à la surveillance intégrée et à la surveillance des eaux usées et de l'environnement à cibles multiples

6.1. Intégration de la surveillance des eaux usées et de l'environnement pour la détection et le suivi du SARS-CoV-2 dans les activités existantes de surveillance de la COVID-19 et de riposte

- La surveillance globale de la COVID-19 est dynamique en raison du passage de la phase de pandémie d'urgence à une surveillance plus durable et intégrée au sein des systèmes nationaux et mondiaux.
- Dans les milieux bénéficiant d'une surveillance continue des eaux usées et de l'environnement pour la détection et le suivi du SARS-CoV-2 depuis la fin de la déclaration obligatoire des cas, la WES fournit souvent les informations principales et opportunes sur les tendances locales en matière d'infection et de variants, et ces informations sont triangulées avec les données non spécifiques et les données plus tardives basées sur les cas spécifiques à la COVID-19. Dans ces contextes, la WES semble relativement bien intégrée au sein des systèmes locaux de surveillance de la COVID-19 et de riposte, même si les pratiques en matière de coordination, de gouvernance, de données et de remontée des résultats sont très diverses.
- De nombreux pays ont la possibilité de renforcer les plans de WES, au fur et à mesure que la planification et de la mise en œuvre de l'eGISRS se concrétisent, et avec le soutien de CoViNet et d'autres activités de surveillance collaborative de manière plus générale.
- La gestion et le partage des données, ainsi que la bio-informatique, sont des domaines clés pour améliorer l'intégration. Ils peuvent permettre de faciliter l'accès en temps utile aux données de la WES et à d'autres informations pertinentes, ainsi que leur interprétation, pour éclairer les mesures de santé publique.

6.2. Intégration de la surveillance des eaux usées et de l'environnement à cibles multiples avec le SARS-CoV-2

- L'exploitation des activités existantes de WES relative au SARS-CoV-2 a permis l'intégration efficiente d'autres cibles. Cela s'est accompagné d'importants efforts d'alignement sur un grand nombre de processus de travail spécifiques, depuis l'échantillonnage jusqu'à la remontée des résultats, en passant par divers processus de laboratoire.
- Dans certains pays à revenu élevé, la surveillance intégrée des eaux usées et de l'environnement combine déjà plusieurs cibles d'agents pathogènes respiratoires à partir des mêmes échantillons, en utilisant des approches multiplex ou autres. Par exemple, la surveillance combinée des virus de la grippe, du VRS et du SARS-CoV-2 contribue à la **surveillance intégrée des maladies respiratoires**.
- De même, les activités de WES de routine pour le SRAS-CoV-2 fournissent les capacités locales qui permettent la mise en place de la surveillance agile des eaux usées et de l'environnement, ce qui renforce les **capacités de préparation et de riposte aux épidémies ou pandémies locales** dans le cas d'un coronavirus plus grave et pour d'autres agents pathogènes.

7. Principales lacunes en matière de connaissances et priorités de la recherche appliquée

Il existe plusieurs priorités en matière de recherche appliquée afin de faire progresser et d'optimiser l'application pratique de la WES pour le SARS-CoV-2. Les principales lacunes en matière de connaissances et les domaines recommandés pour la recherche appliquée sont les suivants :

- Valeur ajoutée spécifique contextuelle apportée par la WES de routine et agile aux priorités actuelles de la surveillance intégrée de l'eGISRS, y compris la prise en compte de la préparation aux pandémies.
- Besoins en ressources pour la mise en place et le maintien d'une WES de routine et agile, dans le cadre d'une WES qui vise un seul agent pathogène ou qui est intégrée dans le cadre d'une WES à cibles multiples.
- Faisabilité et applications en matière de santé publique dans des contextes peu étudiés, notamment dans des pays présentant des niveaux de revenus et de ressources variables et des approches diverses de gouvernance en matière de santé publique, dans des climats non tempérés, dans différents environnements non raccordés à un réseau d'égouts, ainsi que dans des situations d'urgence et lors d'événements majeurs.
- L'innovation et l'amélioration continues de l'échantillonnage et des pipelines analytiques et de laboratoire à cibles multiples permettront d'améliorer le rapport coût-efficacité et les applications dans des contextes variés.

En outre, la maturation de la mise en œuvre à grande échelle nécessite des mesures supplémentaires :

- Normalisation et harmonisation des méthodes adaptées à divers contextes mondiaux, en tenant compte du fait que de nombreux facteurs ont une incidence sur le choix de la méthode au niveau local (et qu'il est peu probable qu'un ensemble unique de méthodes voie le jour).
- Programmes externes d'assurance qualité et de perfectionnement pour soutenir les laboratoires.
- Données probantes relatives à l'intérêt en matière de santé publique compte tenu des coûts et des avantages pour aider à évaluer le rapport coût-efficacité.
- Suivi et évaluation continus à l'aide d'indicateurs clés de performance harmonisés, et évaluation périodique de la valeur du programme, y compris en matière de préparation.

Annexe 1. Systèmes de surveillance existants pour le SARS-CoV-2

Tableau A1.1. Exemples mondiaux ou multinationaux de systèmes de surveillance existants pour le SRAS-CoV-2

Système de surveillance	Résultat(s)	Type de système	Fréquence	Résolution géographique
Base de données mondiale de l'OMS sur la COVID-19 et tableau de bord (OMS). ⁵ Source : tableaux de bord publics de la WES de 30 pays. Les données sont celles communiquées à l'OMS par chaque pays, les indicateurs différant souvent d'un pays à l'autre.	- Cas confirmés de COVID-19 - Décès - Vaccinations - Variants en circulation	Remontée passive des données nationales recueillies.	Hebdomadaire	Pays, région et monde
Système mondial OMS de surveillance de la grippe et de riposte (GISRS) ⁵³ . Source : sites sentinelles des pays membres du GISRS. *de multiples agents pathogènes respiratoires, dont le SRAS-CoV-2, le virus de la grippe et d'autres virus	- Nombre d'échantillons testés pour détecter le SARS-CoV-2 - Taux de positivité des tests - Cas d'infection respiratoire aiguë/de syndrome grippal et d'infection respiratoire aiguë sévère liés à la COVID-19	Surveillance sentinelle active	Hebdomadaire	Pays, région et monde
Initiative mondiale sur le partage de toutes les données relatives à la grippe (GISAID) Initiative sur la science des données ⁵⁴ . Source : séquence génomique provenant des laboratoires des pays participants (source ouverte). *plusieurs agents pathogènes, dont le SARS-CoV-2, le virus de la grippe, d'autres agents pathogènes respiratoires et des arbovirus	- Nombre d'échantillons séquencés pour l'agent pathogène - Informations sur la séquence, et informations cliniques et épidémiologiques - Abondance relative de la séquence de SARS-CoV-2 - Données spécifiques aux espèces (virus aviaires et autres virus d'origine animale)	Remontée passive des données nationales recueillies.	Quasi-temps réel	Pays, région et monde
European Respiratory Virus Surveillance Summary (Résumé de la surveillance des virus respiratoires en Europe, ERVISS) (Centre européen de prévention et de contrôle des maladies [ECDC] et Bureau régional de l'OMS pour l'Europe) ⁵⁵ . *plusieurs agents pathogènes respiratoires	- Cas confirmés de COVID-19 - Variants de la COVID-19 (cas séquencés)	Surveillance fondée sur les syndromes, confirmée en laboratoire – remontée passive des données nationales.	Hebdomadaire	Pays, Union européenne, Espace économique européen et Région Europe de l'OMS
Organisation mondiale de la santé animale ⁵⁶ .	- Au cas par cas en fonction de l'agent pathogène et des	Résultats des enquêtes sur les infections animales	Au cas par cas	Pays, région et monde

Système de surveillance	Résultat(s)	Type de système	Fréquence	Résolution géographique
	informations de laboratoire, cliniques et épidémiologiques - Nombre de pays pour lesquels des données ont été communiquées	et les flambées épidémiques		

Tableau A1.2. Exemples représentatifs de pays dotés de systèmes de surveillance du SRAS-CoV-2

Système de surveillance	Résultat(s)	Type de système	Fréquence	Résolution géographique
États-Unis				
Respiratory Virus Hospitalization Surveillance Network (Réseau de surveillance des hospitalisations dues aux virus respiratoires, RESP-NET) ⁵⁷	Hospitalisations associées à la COVID-19, à la grippe, au VRS avec confirmation en laboratoire (chez les enfants et les adultes)	Surveillance sentinelle basée sur les cas	Hebdomadaire	Les sites sentinelles couvrent environ 10 % de la population ; estimations nationales et par site
National Syndromic Surveillance Program (Programme national de surveillance fondée sur les syndromes, NSSP) ⁵⁸	Rencontre clinique avec le patient (dans les services d'urgence, les centres de soins ambulatoires et d'urgence, les établissements de soins hospitaliers et les laboratoires)	Surveillance fondée sur les syndromes ; données électroniques sur les rencontres avec les patients	Quotidien	Estimations régionales
National Vital Statistics System (Système national de statistiques de l'état civil, NVSS) ⁵⁹	Données sur la mortalité	Système électronique de déclaration des décès		Niveau de juridiction
New Vaccine Surveillance Network (Réseau de surveillance des nouveaux vaccins, NVSN) ⁶⁰	Hospitalisations et consultations externes	Surveillance sentinelle active		7 sites sélectionnés
National Healthcare Safety Network (Réseau national de sécurité des soins de santé, NHSN) ⁶¹	Infections associées aux soins de santé (dans les établissements médicaux, y compris les établissements de soins aigus, les centres de chirurgie ambulatoire et les centres de dialyse)	Surveillance sentinelle active		Au niveau de l'établissement
Surveillance génomique des voyageurs ⁶²	Séquençage génomique pour les cas confirmés de COVID-19	Surveillance active	Hebdomadaire	Pays
Brésil				
Système national de surveillance des cas de syndrome respiratoire aigu sévère ⁶³	Cas de syndrome respiratoire aigu sévère déclarés dans le SINAN (système d'information sur les maladies à déclaration obligatoire) ⁶⁴	Surveillance active à partir des cas déclarés de SARS-Cov-2, des virus de la grippe A et de la grippe B, de VRS, de rhinovirus, d'adénovirus, entre autres, sur la base des cas déclarés dans le SINAN.	Hebdomadaire	Pays

Références bibliographiques

1. CDC, « About COVID-19 ». CDC - COVID-19. 2024. Disponible à l'adresse suivante : <https://www.cdc.gov/covid/about/index.html> (Consulté le 4 décembre 2024).
2. CDC, « COVID Data Tracker ». CDC - COVID-19. 2024. Disponible à l'adresse suivante : <https://covid.cdc.gov/covid-data-tracker/#datatracker-home>.
3. CDC, « People with Certain Medical Conditions and COVID-19 Risk Factors ». CDC - COVID-19. 2024. Disponible à l'adresse suivante : <https://www.cdc.gov/covid/risk-factors/index.html> (Consulté le 4 décembre 2024).
4. CDC, « *Scientific Brief: SARS-CoV-2 Transmission* ». Disponible à l'adresse suivante : https://archive.cdc.gov/www_cdc_gov/coronavirus/2019-ncov/science/science-briefs/sars-cov-2-transmission.html (Consulté le 4 décembre 2024).
5. OMS, « WHO COVID-19 Dashboard ». Disponible à l'adresse suivante : <https://covid19.who.int>.
6. CDC des États-Unis, « One Health Toolkit for Health Officials Managing Animals with SARS-CoV-2 ». Disponible à l'adresse suivante : <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/animals/toolkit.html>.
7. Wang, Y., Lenocho, J., Kohler, D. *et al.*, « SARS-CoV-2 Exposure in Norway Rats (*Rattus norvegicus*) from New York City ». *mBio*, vol. 14, n° 2, article n° e0362122, 2023. doi : 10.1128/mbio.03621-22.
8. Martínez-Hernández, F., Gonzalez-Arenas, N. R., Cervantes, J. A. O. *et al.*, « Identification of SARS-CoV-2 in urban rodents from Southern Mexico City at the beginning of the COVID-19 pandemic ». *Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo*, vol. 66, article no e8, 2024. doi : 10.1590/S1678-9946202466008.
9. Fisher, A. M., Airey, G., Liu, Y. *et al.*, « The ecology of viruses in urban rodents with a focus on SARS-CoV-2 ». *Emerging Microbes & Infections*, vol. 12, no 1, article n° 2217940, 2023. doi : 10.1080/22221751.2023.2217940.
10. Colombo, V. C., Sluydts, V., Mariën, J. *et al.*, « SARS-CoV-2 surveillance in Norway rats (*Rattus norvegicus*) from Antwerp sewer system, Belgium ». *Transboundary and Emerging Diseases*, vol. 69, no 5, 2022, p. 3016-3021. doi : 10.1111/tbed.14219.
11. Tan, C. S., Adrus, M., Rahman, S. P. H., Azman, H. I. M., Abang, R. A. A., « Seroevidence of SARS-CoV-2 spillback to rodents in Sarawak, Malaysian Borneo ». *BMC Veterinary Research*, vol. 20, n° 1, article n° 161, 2024. doi : 10.1186/s12917-024-03892-5.
12. OMS, *Pathogens prioritization: a scientific framework for epidemic and pandemic research preparedness*. 2024. Disponible à l'adresse suivante : <https://www.who.int/publications/m/item/pathogens-prioritization-a-scientific-framework-for-epidemic-and-pandemic-research-preparedness> (Consulté le 22 octobre 2024).

13. Parkins, M. D., Lee, B. E., Acosta, N. *et al.*, « Wastewater-based surveillance as a tool for public health action : SARS-CoV-2 and beyond ». *Clinical Microbiology Reviews*, vol. 37, n° 1, article n° e0010322, 2024. doi : 10.1128/cmr.00103-22.
14. Jones, D. L., Baluja, M. Q., Graham, D. W. *et al.*, « Shedding of SARS-CoV-2 in feces and urine and its potential role in person-to-person transmission and the environment-based spread of COVID-19 ». *Science of The Total Environment*, vol. 749, article n° 141364, 2020. doi : 10.1016/j.scitotenv.2020.141364.
15. Zhou, J. Q., Liu, G. X., Huang, X. L., Gan, H. T., « The importance of fecal nucleic acid detection in patients with coronavirus disease (COVID-19): A systematic review and meta-analysis ». *Journal of Medical Virology*, vol. 94, no 6, 2022, p. 2317-2330. doi : 10.1002/jmv.27652.
16. Crank, K., Chen, W., Bivins, A., Lowry, S., Bibby, K., « Contribution of SARS-CoV-2 RNA shedding routes to RNA loads in wastewater ». *Science of The Total Environment*, vol. 806, article n° 150376, 2022. doi : 10.1016/j.scitotenv.2021.150376.
17. Prasek, S. M., Pepper, I. L., Innes, G. K. *et al.*, « Population level SARS-CoV-2 fecal shedding rates determined via wastewater-based epidemiology ». *Science of The Total Environment*, vol. 838 (partie 4), article n° 156535, 2022. doi : 10.1016/j.scitotenv.2022.156535.
18. Cevik, M., Tate, M., Lloyd, O., Maraolo, A. E., Schafers, J., Ho, A., « SARS-CoV-2, SARS-CoV, and MERS-CoV viral load dynamics, duration of viral shedding, and infectiousness : a systematic review and meta-analysis ». *The Lancet Microbe*, vol. 2, n° 1, 2021, p. e13-e22. doi : 10.1016/S2666-5247(20)30172-5.
19. Prasek, S. M., Pepper, I. L., Innes, G. K. *et al.*, « Variant-specific SARS-CoV-2 shedding rates in wastewater ». *Science of The Total Environment*, vol. 857, article n° 159165, 2023. doi : 10.1016/j.scitotenv.2022.159165.
20. Wu, Y., Guo, Z., Yuan, J. *et al.*, « Duration of viable virus shedding and polymerase chain reaction positivity of the SARS-CoV-2 Omicron variant in the upper respiratory tract : a systematic review and meta-analysis ». *International Journal of Infectious Diseases et International Society for Infectious Diseases*, vol. 129, no 129, 2023, p. 228-235. doi : 10.1016/j.ijid.2023.02.011.
21. Smyth, D. S., Trujillo, M., Gregory, D. A. *et al.*, « Tracking cryptic SARS-CoV-2 lineages detected in NYC wastewater ». *Nature Communications*, vol. 13, n° 1, article n° 635, 2022. doi : 10.1038/s41467-022-28246-3.
22. de Oliveira, L. C., Torres-Franco, A. F., Lopes, B. C. *et al.*, « Viability of SARS-CoV-2 in river water and wastewater at different temperatures and solids content ». *Water Research*, vol. 195, article n° 117002, 2021. doi : 10.1016/j.watres.2021.117002.
23. Bivins, A., Greaves, J., Fischer, R. *et al.*, « Persistence of SARS-CoV-2 in Water and Wastewater ». *Environmental Science & Technology Letters*, vol. 7, n° 12, 2020, p. 937-942. doi : 10.1021/acs.estlett.0c00730.

24. Ahmed, W., Bertsch, P. M., Bibby, K. *et al.*, « Decay of SARS-CoV-2 and surrogate murine hepatitis virus RNA in untreated wastewater to inform application in wastewater-based epidemiology ». *Environmental Research*, vol. 191, article n° 110092, 2020. doi : 10.1016/j.envres.2020.110092.
25. Li, J., Ahmed, W., Metcalfe, S. *et al.*, « Impact of sewer biofilms on fate of SARS-CoV-2 RNA and wastewater surveillance ». *Nature Water*, vol. 1, n° 3, 2023, p. 272-280. doi : 10.1038/s44221-023-00033-4.
26. Sobsey, M. D., « Absence of virological and epidemiological evidence that SARS-CoV-2 poses COVID-19 risks from environmental fecal waste, wastewater and water exposures ». *Journal of Water and Health*, vol. 20, n° 1, 2022, p. 126-138. doi : 10.2166/wh.2021.182.
27. Termansen, M. B., Frische, S., « Fecal-oral transmission of SARS-CoV-2 : A systematic review of evidence from epidemiological and experimental studies ». *American Journal of Infection Control*, vol. 51, n° 12, 2023, p. 1430-1437. doi : 10.1016/j.ajic.2023.04.170.
28. Gawlik, B. M., Comero, S., Deere, D. A. *et al.*, « The International cookbook for wastewater practitioners - Vol. 1 SARS-CoV-2 ». JRC Publications Repository. doi : 10.2760/995967.
29. Deng, Y., Zheng, X., Xu, X. *et al.*, « Use of Sewage Surveillance for COVID-19 : A Large-Scale Evidence-Based Program in Hong Kong ». *Environmental Health Perspectives*, vol. 130, n° 5, article n° 057008, 2022. doi : 10.1289/EHP9966.
30. Hewitt, J. *et al.*, « Sensitivity of wastewater-based epidemiology for detection of SARS-CoV-2 RNA in a low prevalence setting » 2022. Disponible à l'adresse suivante : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0043135421012264> (Consulté le 26 août 2024).
31. Marques dos Santos, M., Caixia, L., Snyder, S. A., « Evaluation of wastewater-based epidemiology of COVID-19 approaches in Singapore's 'closed-system' scenario: A long-term country-wide assessment ». *Water Research*, vol. 244, article n° 120406, 2023. doi : 10.1016/j.watres.2023.120406.
32. NASEM, Committee on Community Wastewater-based Infectious Disease Surveillance, Water Science and Technology Board *et al.*, *Wastewater-Based Disease Surveillance for Public Health Action*. National Academies Press, 2023, n° 26767. doi : 10.17226/26767.
33. Benedetti, G., Krogsgaard, L. W., Maritschnik, S. *et al.*, « A survey of the representativeness and usefulness of wastewater-based surveillance systems in 10 countries across Europe in 2023 ». *Eurosurveillance*, vol. 29, n° 33, article n° 2400096, 2024. doi : 10.2807/1560-7917.ES.2024.29.33.2400096.
34. Union européenne, Wastewater Observatory for Public Health 9Oct2024 Bulletin. 2024. Disponible à l'adresse suivante : <https://wastewater-observatory.jrc.ec.europa.eu/#/bulletin> (Consulté le 22 octobre 2024).
35. OMS, *Environmental surveillance for SARS-CoV-2 to complement other public health surveillance*. 2023. Disponible à l'adresse suivante : <https://www.who.int/publications-detail-redirect/9789240080638> (Consulté le 29 mai 2024).

36. Pandey, D., Verma, S., Verma, P. *et al.*, « SARS-CoV-2 in wastewater : Challenges for developing countries ». *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, vol. 231, article n° 113634, 2021. doi : 10.1016/j.ijheh.2020.113634.
37. Street, R., Malema, S., Mahlangeni, N., Mathee, A., « Wastewater surveillance for Covid-19: An African perspective ». *Science of The Total Environment*, vol. 743, article n° 140719, 2020. doi :10.1016/j.scitotenv.2020.140719.
38. Wannigama, D. L., Amarasiri, M., Hongsing, P. *et al.*, « COVID-19 monitoring with sparse sampling of sewerage and non-sewerage wastewater in urban and rural communities ». *iScience*, vol. 26, n° 7, 2023. doi : 10.1016/j.isci.2023.107019.
39. Ali, S., Gudina, E. K., Gize, A. *et al.*, « Community Wastewater-Based Surveillance Can Be a Cost-Effective Approach to Track COVID-19 Outbreak in Low-Resources Settings: Feasibility Assessment for Ethiopia Context ». *International Journal of Environmental Research and Public Health*, vol. 19, n° 14, article n° 8515, 2022. doi : 10.3390/ijerph19148515.
40. Ngwira, L. G., Sharma, B., Shrestha, K. B. *et al.*, « Cost of wastewater-based environmental surveillance for SARS-CoV-2: Evidence from pilot sites in Blantyre, Malawi and Kathmandu, Nepal ». *PLOS Global Public Health*, vol. 2, n° 12, article n° e0001377, 2022. doi : 10.1371/journal.pgph.0001377.
41. Nascimento de Lima, P., Karr, S., Lim, J. Z. *et al.*, *The Value of Environmental Surveillance for Pandemic Response*. RAND Corporation, 2024. Disponible à l'adresse suivante : https://www.rand.org/pubs/working_papers/WRA3263-1.html (Consulté le 6 août 2024).
42. OMS, « WHO Coronavirus Network (CoViNet) ». 2024. Disponible à l'adresse suivante : <https://www.who.int/groups/who-coronavirus-network> (Consulté le 22 octobre 2024).
43. OMS, « Global Influenza Surveillance and Response System (GISRS) ». 2024. Disponible à l'adresse suivante : <https://www.who.int/initiatives/global-influenza-surveillance-and-response-system> (Consulté le 16 octobre 2024).
44. CDC, COVID-19. Communication. Tools and Resources. CDC - COVID-19. 2024. Disponible à l'adresse suivante : <https://www.cdc.gov/covid/communication/index.html> (Consulté le 3 décembre 2024).
45. OMS, « Dossier pour la mise en place de la vaccination anti-COVID-19 ». 2024. Disponible à l'adresse suivante : <https://www.who.int/fr/tools/covid-19-vaccine-introduction-toolkit> (Page Internet en anglais consultée le 22 octobre 2024).
46. CDC des États-Unis, « CDC's Influenza SARS-CoV-2 Multiplex Assay ». Disponible à l'adresse suivante : https://archive.cdc.gov/www_cdc_gov/coronavirus/2019-ncov/lab/multiplex.html.
47. Projet mondial sur les agents pathogènes de l'eau, Projet mondial sur les agents pathogènes de l'eau. Disponible à l'adresse suivante : <https://waterpathogens.org/>.
48. Commission européenne, EU Wastewater Observatory for Public Health. Disponible à l'adresse suivante : <https://wastewater-observatory.jrc.ec.europa.eu/>.

49. CDC, « Wastewater Surveillance Data Reporting and Analytics ». National Wastewater Surveillance System (NWSS). 2022. Disponible à l'adresse suivante : <https://archive.cdc.gov/#/details?q=https://www.cdc.gov/nwss/reporting.html&start=0&rows=10&url=https://www.cdc.gov/nwss/reporting.html>.
50. LaJoie, A. S., Holm, R. H., Anderson, L. B., Ness, H. D., Smith, T., « Nationwide public perceptions regarding the acceptance of using wastewater for community health monitoring in the United States ». *PLoS One*, vol. 17, n° 10, article n° e0275075, 2022. doi : 10.1371/journal.pone.0275075.
51. Holm, R. H., Anderson, L. B., Ness, H. D., LaJoie, A. S., Smith, T., « Towards the outbreak tail, what is the public opinion about wastewater surveillance in the United States? ». *Journal of Water and Health*, vol. 22, n° 8, 2024, p. 1409-1418.
52. Hrudehy, S. E., Silva, D. S., Shelley, J. *et al.*, « Ethics Guidance for Environmental Scientists Engaged in Surveillance of Wastewater for SARS-CoV-2 ». *Environmental Science & Technology*, vol. 55, n° 13, 2021, p. 8484-8491. doi : 10.1021/acs.est.1c00308.
53. OMS, « Global Influenza Surveillance and Response System (GISRS) ». 2022. Disponible à l'adresse suivante : <https://www.who.int/initiatives/global-influenza-surveillance-and-response-system>.
54. GISAID, Initiative mondiale d'échange de données sur la grippe (GISAID). 2008. Disponible à l'adresse suivante : <https://gisaid.org/hcov19-variants/>.
55. Centre européen de prévention et de contrôle des maladies (CEPD), European Respiratory Virus Surveillance Summary (ERVISS). 2024. Disponible à l'adresse suivante : <https://erviss.org/>.
56. Organisation mondiale de la santé animale (OMSA), Organisation mondiale de la santé animale (OMSA). Disponible à l'adresse suivante : <https://www.woah.org/fr/maladie/sars-cov-2/>.
57. CDC des États-Unis, Respiratory Virus Hospitalization Surveillance Network (Réseau de surveillance des hospitalisations dues aux virus respiratoires, RESP-NET). Disponible à l'adresse suivante : <https://www.cdc.gov/resp-net/dashboard/index.html>.
58. CDC des États-Unis, National Syndromic Surveillance Program (Programme national de surveillance fondée sur les syndromes, NSSP). Disponible à l'adresse suivante : <https://www.cdc.gov/nssp/index.html>.
59. CDC des États-Unis, National Vital Statistics System (Système national de statistiques de l'état civil, NVSS). Disponible à l'adresse suivante : <https://www.cdc.gov/nchs/nvss/index.htm>.
60. CDC des États-Unis, New Vaccine Surveillance Network (Réseau de surveillance des nouveaux vaccins, NVSN). Disponible à l'adresse suivante : <https://www.cdc.gov/nvsn/php/about/index.html>.
61. CDC des États-Unis, National Healthcare Safety Network (Réseau national de sécurité des soins de santé, NHSN). Disponible à l'adresse suivante : <https://www.cdc.gov/nhsn/index.html>.
62. CDC des États-Unis, « Traveler-based Genomic Surveillance for Early Detection of New SARS-CoV-2 Variants ». Disponible à l'adresse suivante : <https://wwwnc.cdc.gov/travel/page/travel-genomic-surveillance>.

63. Fiocruz, INFOGripe. Disponible à l'adresse suivante : <http://info.gripe.fiocruz.br/>.
64. Gouvernement du Brésil, Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN), Brésil.
Disponible à l'adresse suivante : <https://www.gov.br/saude/pt-br>.