

# Surveillance des eaux usées et de l'environnement

## Synthèse relative au poliovirus

Version provisoire – 6 décembre 2024



Ce document fournit des informations sur la surveillance des eaux usées et de l'environnement (de l'anglais *wastewater and environmental surveillance*, ou WES) pour la détection et le suivi du poliovirus. 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 (disponible [ici](#)). Sauf indication contraire, les informations proviennent de sources existantes de l'Organisation mondiale de la Santé (OMS), des Centers for Disease Control and Prevention (Centres de contrôle et de prévention des maladies, CDC) des États-Unis et de l'Initiative mondiale pour l'éradication de la poliomyélite (IMEP), accessibles au public et à jour au moment de la rédaction du présent document.

### Aperçu de la surveillance des eaux usées et de l'environnement pour la détection et le suivi du poliovirus

- La poliomyélite constitue une cible d'éradication qui revêt une grande importance pour la santé publique mondiale.
- La WES pour la détection et le suivi des poliovirus est faisable, tant sur le plan technique qu'opérationnel, et acceptable dans divers contextes d'assainissement. Elle est bien intégrée dans le programme mondial d'éradication de la poliomyélite.
- Cependant, la WES pour la détection et le suivi du poliovirus reste essentiellement un programme visant un seul agent pathogène. L'intégration d'autres cibles dans un ou plusieurs flux de travail de la WES est prometteuse mais n'en est qu'à ses débuts.

Tableau 1. Évaluation en bref des principaux critères de la surveillance des eaux usées et de l'environnement pour la détection et le suivi du poliovirus (environnements raccordés ou non à un réseau d'égouts)<sup>a,b</sup>

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 preuves insuffisantes

**2. Force des données scientifiques**

Niveau de preuve	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 preuves pertinentes sont disponibles mais ne répondent pas aux critères pour être qualifiées de « fortes » <sup>c</sup> .
Preuves insuffisantes		Les preuves sont insuffisantes et des études/évaluations supplémentaires sont nécessaires.

<sup>a</sup> 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.

<sup>b</sup> 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.

<sup>c</sup> Les preuves classées comme « modérées » répondent à un ou plusieurs des critères suivants : elles ne proviennent pas de nombreux environnements, elles portent sur une courte période, elles ne contiennent pas de preuves propres au programme ou les résultats ne sont pas cohérents ou de qualité.

## Résumé

- La poliomyélite reste une **urgence de santé publique de portée internationale** et fait l'objet d'une campagne **mondiale d'éradication** par l'intermédiaire de l'IMEP.
- **Le poliovirus comprend le poliovirus sauvage de type 1 (PVS1) et les poliovirus circulants dérivés d'une source vaccinale (PVDVc)** pour les trois sérotypes qui provoquent des paralysies et d'autres maladies graves chez l'homme. **Les types 2 et 3 du poliovirus sauvage ont été éradiqués à l'échelle mondiale.** Il n'existe aucun hôte zoonotique.
- Les approches en matière de surveillance **diffèrent selon le contexte**, selon que le poliovirus : a) est endémique, b) constitue un risque accru ou c) présente un risque moindre de réintroduction, d) fait l'objet d'une épidémie ; et e) est voué à être éradiqué.
- La surveillance du poliovirus comprend à la fois la surveillance basée sur les événements de la paralysie flasque aiguë (PFA) et la WES. Les résultats positifs tirés de l'une ou l'autre de ces méthodes peuvent être **traduits en action** par les autorités sanitaires.
- La **WES de routine** dans les sites sentinelles permet de détecter le poliovirus et de s'assurer de son absence. La **WES agile** (avec des emplacements supplémentaires et un échantillonnage plus fréquent) peut être mise en place en raison de détections de routine, de la détection de cas ou d'une rupture du confinement. Elle est utilisée pour caractériser l'étendue de la circulation communautaire, éclairer la riposte et évaluer son efficacité.
- La **faisabilité technique** de la WES pour le poliovirus est bien établie pour la détection et la caractérisation génétique, ce qui permet de différencier les poliovirus et d'effectuer une comparaison phylogénétique avec les isolats cliniques. Cependant, il existe des limites connues qui peuvent avoir un impact sur l'efficacité de l'ensemble du processus de WES, de l'échantillonnage à la caractérisation génétique des isolats ; l'échantillonnage instantané périodique, le transport vers le laboratoire et la caractérisation de mélanges complexes de virus peuvent retarder les résultats ou limiter la sensibilité. La détection directe à l'aide de méthodes moléculaires et l'évaluation de méthodes d'échantillonnage alternatives de la WES sont de plus en plus utilisées.
- La **faisabilité opérationnelle** de la WES pour la détection et le suivi du poliovirus a été démontrée. Il existe une expérience considérable, à grande échelle, de l'échantillonnage dans les réseaux d'égouts et les systèmes d'assainissement non raccordés à un réseau d'égouts<sup>1</sup>. La manipulation des échantillons, l'analyse et la remontée des données sont normalisées, s'accompagnant d'une large adhésion aux protocoles de sécurité et de sûreté biologiques par l'intermédiaire du Réseau mondial de laboratoires pour la poliomyélite (RMLP).
- **Possibilités de surveillance intégrée :**
  - La WES est bien intégrée dans tous les aspects clés du programme de surveillance de la poliomyélite et de riposte. Le poliovirus constitue un modèle pour d'autres maladies en ce qui concerne l'intégration de la WES dans le cadre de la surveillance multimodale.
  - Les programmes de WES pour la détection et le suivi du poliovirus peuvent être étendus à d'autres agents pathogènes à des coûts marginaux faibles (lorsque les flux de travail s'alignent), ce qui pourrait améliorer la surveillance équitable et efficiente, et renforcer les capacités de préparation et de riposte aux épidémies et aux pandémies.

---

<sup>1</sup> Appelés réseaux d'égouts structurés et non structurés dans le programme mondial d'éradication de la poliomyélite.

- L'efficacité de la **WES pour la détection et le suivi du poliovirus** peut être améliorée par la **recherche appliquée** dans les domaines suivants (conformément à la stratégie de l'IMEP) :
  - Amélioration de la **sensibilité et de la rapidité des méthodes de WES** réalisables dans des contextes mondiaux pertinents et variés ;
  - Optimisation d'une **WES pour la détection et le suivi du poliovirus efficiente, sûre et durable** tout au long des phases d'éradication de la poliomyélite et de post-certification, y compris les considérations relatives à la biosécurité ;
  - Évaluation et optimisation de l'**inclusion d'autres cibles dans la WES à cibles multiples** tout en maintenant ou en renforçant l'efficacité de la WES de base pour la détection et le suivi du poliovirus.

PROJET POUR L'APPLICATION  
PILOTE

## Table des matières

Aperçu de la surveillance des eaux usées et de l'environnement pour la détection et le suivi du poliovirus 1	
Résumé.....	3
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 et répartition géographique .....	1
1.3. Voies de transmission .....	2
1.4. Éradication et ère post-certification .....	2
2. Poliovirus et eaux usées et eaux environnementales .....	3
2.1. Apports potentiels dans les eaux usées et les eaux environnementales.....	3
2.2. Persistance et dégradation de la cible, et risque de virus infectieux.....	3
3. Surveillance du poliovirus.....	5
3.1. Surveillance globale du poliovirus et riposte .....	5
3.2. Expérience de la surveillance des eaux usées et de l'environnement pour la détection et le suivi du poliovirus.....	6
4. Objectifs de la surveillance des eaux usées et de l'environnement et mesures de santé publique correspondantes .....	10
4.1. Surveillance des eaux usées et de l'environnement de routine pour la détection et le suivi du poliovirus.....	10
4.2. Surveillance des eaux usées et de l'environnement agile pour la détection et le suivi du poliovirus.....	10
4.3. Mesures de santé publique découlant de la surveillance des eaux usées et de l'environnement pour la détection et le suivi du poliovirus .....	11
5. Considérations méthodologiques supplémentaires concernant la surveillance des eaux usées et de l'environnement pour la détection et le suivi du poliovirus .....	12
5.1. Méthodes d'échantillonnage .....	12
5.2. Méthodes de laboratoire et interprétation .....	13
5.3. Rapports et communication .....	13
5.4. Acceptabilité de la surveillance des eaux usées et de l'environnement pour la détection et le suivi du poliovirus.....	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 poliovirus dans les activités existantes de surveillance et de riposte .....	15
6.2.	Intégration de la surveillance des eaux usées et de l'environnement à cibles multiples avec le poliovirus.....	15
7.	Principales lacunes en matière de connaissances et priorités de la recherche appliquée.....	16
	Références bibliographiques.....	18

## 1. Informations générales

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

Le poliovirus est l'agent étiologique de la poliomyélite. Il s'agit d'un petit virus à ARN non enveloppé appartenant au genre des entérovirus. Le PVS1 reste en circulation, tandis que les poliovirus sauvages (PVS) de type 2 et 3 ont été éradiqués et ne sont conservés que dans des laboratoires sécurisés. Dans de rares cas, on observe également des mutations ou des recombinaisons dans les souches vivantes atténuées du vaccin antipoliomyélitique oral (VPO), qui se transforment en poliovirus dérivés d'une souche vaccinale (PVDV), lesquels peuvent être transmis d'une personne à l'autre et sont classés dans la catégorie des poliovirus circulants dérivés d'une souche vaccinale (PVDVc). Bien que le PVDVc puisse apparaître avec les trois sérotypes, le sérotype 2 (PVDVc2) est la cause prédominante des épidémies. Ces sérotypes sont transmissibles à d'autres personnes et provoquent des épidémies et des maladies. Sur le plan clinique, il est impossible de distinguer le PVS du PVDVc. Le poliovirus ne provoque aucun symptôme chez la plupart des personnes infectées, et des symptômes grippaux relativement légers chez environ 25 % des personnes souffrant d'une infection aiguë. Toutefois, des symptômes plus graves, tels que la méningite et la paralysie, surviennent chez environ 1 à 5 % et 0,05 à 0,5 % des personnes infectées, respectivement. Les enfants sont touchés de manière disproportionnée. D'autres entérovirus non poliomyélitiques, tels que le sérotype D68, peuvent provoquer une maladie de type poliomyélitique accompagnée d'une myélite flasque aiguë.

### 1.2. Charge mondiale et répartition géographique

La poliomyélite (à la fois le PVS et le PVDVc) reste classée comme une urgence de santé publique de portée internationale, parce que le poliovirus est hautement infectieux et que, sans efforts continus, il provoquerait à nouveau une pandémie. Lorsque l'IMEP a été créée en 1988, la poliomyélite paralysait des centaines de milliers d'enfants chaque année. Depuis sa création, le nombre de cas de PVS a diminué de plus de 99,99 %. Cet objectif a été atteint grâce à une combinaison de mobilisation communautaire, de vaccination de routine et supplémentaire, d'amélioration des pratiques en matière d'eau, d'assainissement et d'hygiène, et de renforcement de la surveillance des épidémies et de riposte à ces dernières.

L'éradication à l'échelle mondiale en est au stade final. Les sérotypes 2 et 3 du PVS ont été déclarés éradiqués en 2015 et 2019 respectivement. Cinq des six régions de l'OMS ont été certifiées exemptes de PVS indigène, la région africaine de l'OMS ayant été certifiée en août 2020. Le PVS1 ne reste endémique qu'au Pakistan et en Afghanistan.

Depuis 2012, les cas de poliomyélite paralytique dus au PVDVc ont dépassé ceux dus au PVS. Les flambées de PVDVc sont concentrées dans les pays à faible revenu et les zones touchées par des conflits où le VPO est encore utilisé et où les taux de vaccination et les systèmes d'assainissement ne sont pas optimaux. L'IMEP met en œuvre une stratégie à long terme visant à réduire l'incidence du PVDVc en abandonnant progressivement l'utilisation des VPO Sabin au profit des vaccins antipoliomyélitiques inactivés (VPI) ainsi que de versions de VPO génétiquement modifiées et plus stables (par exemple, le nouveau vaccin antipoliomyélitique oral de type 2 [nOPV2]). Toutefois, la transition a été lente et complexe, en particulier dans les pays à faible revenu.

### 1.3. Voies de transmission

Le poliovirus se transmet de personne à personne, principalement par voie fécale-orale ou, moins fréquemment, par un support commun (par exemple, de l'eau ou des aliments contaminés). Il n'existe pas de réservoir zoonotique avec amplification en dehors des hôtes humains.

### 1.4. Éradication et ère post-certification

L'éradication effective du PVS1 et du PVDVc entraînera une modification des priorités en matière de surveillance. Au cours de cette période, les principaux risques d'une résurgence potentielle de la poliomyélite seraient liés à la poursuite de l'utilisation du VPO et à l'émergence des PVDVc, y compris ceux associés à l'excrétion chronique de PVDVc par les personnes souffrant d'un déficit immunitaire (poliovirus dérivés d'une souche vaccinale associés à une immunodéficience [PVDVi])<sup>1</sup>. La dissémination accidentelle du poliovirus à partir d'un laboratoire ou d'une usine de fabrication de vaccins et la dissémination malveillante due au bioterrorisme représentent des risques supplémentaires<sup>2-4</sup>.

## 2. Poliovirus et eaux usées et eaux environnementales

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

**Excrétion humaine** : le poliovirus peut être excrété par une personne infectée ainsi que par les personnes qui ont été vaccinées par le VPO.

Le poliovirus se réplique dans le nez et la gorge, où il est excrété pendant quelques jours, et dans l'intestin, où il est excrété pendant plusieurs semaines, avec des taux élevés dans les matières fécales<sup>5</sup>. La fréquence, le modèle et le volume de l'excrétion virale varient considérablement d'une personne à l'autre et peuvent être intermittents. L'excrétion fécale chez les personnes immunocompétentes non vaccinées est généralement élevée au cours des deux premières semaines, avec un pic entre 6 et 8 jours après l'exposition. L'excrétion disparaît généralement au bout de 4 à 6 semaines, avec un pic d'excrétion moyen de  $10^5$  particules virales par gramme de selles<sup>6-8</sup>. Les personnes souffrant d'un déficit immunitaire primaire peuvent excréter des niveaux élevés de poliovirus sur une période très prolongée<sup>9</sup>.

En tant que virus vivant atténué, le VPO se réplique et est excrété dans les selles après la vaccination. Le VPI est un vaccin à virus inactivé qui ne se réplique pas et n'entraîne pas d'excrétion virale. Il est nécessaire de se référer aux calendriers locaux de vaccination contre la poliomyélite pour déterminer les apports locaux potentiels dérivés du VPO. La détection du VPO et du virus lié au VPO dans les eaux usées est attendue dans les régions où une vaccination de routine par le VPO est en place. Des niveaux plus élevés sont associés à des campagnes supplémentaires de vaccination par le VPO.

Parmi les autres apports potentiels de poliomyélite dans les eaux usées, on peut citer la libération accidentelle de poliovirus par un laboratoire ou une usine de fabrication de vaccins, ou la libération malveillante par des bioterroristes.

**Excrétion zoonotique** : il n'existe pas d'apports zoonotiques (ou non humains).

### 2.2. Persistance et dégradation de la cible, et risque de virus infectieux

La dégradation et la persistance du poliovirus dans l'environnement sont bien caractérisées ; on observe peu de dégradation dans les conditions et les périodes de transit associées à divers systèmes d'assainissement dans différentes zones climatiques. Cette situation, combinée aux niveaux élevés d'excrétion fécale du poliovirus et aux méthodes d'analyse disponibles, a fait de la poliomyélite une cible idéale pour la WES.

Une fois excrété, le poliovirus peut survivre pendant des semaines à température ambiante, y compris dans des milieux aqueux, car (en tant que virus non enveloppé) il est relativement stable à la lumière UV et à l'humidité. Des températures plus basses et la présence de matières organiques (comme on en trouve dans les eaux usées) ralentissent les taux de dégradation, tandis que l'augmentation de la température est associée à une dégradation plus rapide<sup>10</sup>. Il est prouvé que le poliovirus se fractionne dans la composante solide des eaux usées, les concentrations les plus élevées étant observées dans les fractions de boues<sup>11</sup>.

L'exposition au poliovirus et à d'autres agents pathogènes infectieux pourrait constituer un risque pour les travailleurs sanitaires et les autres personnes en contact avec les eaux usées et les eaux environnementales contaminées par les activités humaines. L'application des protections standard contre les risques infectieux est recommandée pour les personnes exposées dans le cadre de leur travail.

### 3. Surveillance du poliovirus

#### 3.1. Surveillance globale du poliovirus et riposte

La stratégie d'éradication de la poliomyélite 2022-2026 de l'IMEP (et prolongée jusqu'en 2029) définit la stratégie pour parvenir à l'éradication mondiale de la poliomyélite<sup>12</sup>. Les objectifs sont les suivants :

- Interrompre définitivement toute transmission du poliovirus dans les pays d'endémie ;
- Arrêter la transmission des PVDVc et prévenir les flambées dans les pays où la poliomyélite n'est pas endémique.

L'objectif stratégique lié à la surveillance est d'améliorer la détection et la riposte au moyen d'une surveillance sensible qui fournit au programme des informations essentielles et opportunes pour prendre des mesures. Il existe deux principaux types de surveillance pour détecter le poliovirus : la surveillance clinique basée sur les cas de paralysie flasque aiguë et la WES. En outre, il existe une surveillance du poliovirus chez les personnes atteintes d'un déficit immunitaire primaire, appelée surveillance du poliovirus dérivé d'une souche vaccinale associé à une immunodéficience (PVDVi). Elle se fait par le biais de vastes systèmes de surveillance des entérovirus et d'études complémentaires spéciales.

La surveillance de la PFA et la WES sont utilisées conjointement pour la surveillance intégrée de la poliomyélite. Toutes deux sont soutenues par le RMLP et le système de gestion des données et des informations sur la poliomyélite.

La surveillance de la PFA est la principale méthode de surveillance. Il s'agit notamment de trouver et de signaler les enfants atteints de PFA, de transporter des échantillons de selles pour analyse, d'isoler et d'identifier le poliovirus dans un laboratoire accrédité par le RMLP, et de cartographier le virus sur le plan génétique et géospatial afin d'en déterminer l'origine. La PFA fait l'objet d'une surveillance active dans les pays d'endémie, de flambée épidémique et à haut risque, et d'une surveillance passive dans les autres pays. Néanmoins, la surveillance basée sur les cas est généralement un indicateur tardif de la circulation du poliovirus, étant donné le faible pourcentage d'infections par le poliovirus qui entraînent une paralysie et les nombreuses semaines qui s'écoulent entre l'apparition des symptômes et la confirmation en laboratoire.

La WES complète la surveillance de la PFA et présente les avantages suivants :

- La WES peut détecter la circulation silencieuse du poliovirus, c'est-à-dire les infections asymptomatiques ou paucisymptomatiques dans la communauté, en particulier dans les contextes où l'immunité humorale est élevée et l'immunité muqueuse faible (par exemple, dans les pays qui n'utilisent que le VPI [et pas le VPO] dans le cadre de la vaccination de routine).
- La couverture de la population et la fréquence de la WES peuvent être conçues de manière efficace pour répondre aux besoins de surveillance de la poliomyélite, en équilibrant la rapidité d'obtention des résultats et la couverture de la population par rapport au coût du programme.
- Tout comme les échantillons cliniques, les échantillons prélevés dans le cadre de la WES peuvent également être utilisés pour identifier le type de poliovirus, qu'il s'agisse de souches du vaccin oral (reflétant l'administration de routine ou complémentaire du VPO), du PVS, du PVDV ; le sérotype,

les géotypes et la cartographie phylogénétique peuvent également être utilisés pour déterminer l'origine.

- Outre la surveillance de routine, la WES peut être utilisée dans le cadre d'une riposte agile à une épidémie (avec identification par PFA ou par WES pour la détection du PVS ou du PVDVc) avec des lieux ou des fréquences d'échantillonnage supplémentaires pour caractériser l'étendue (ou non) de la circulation du poliovirus.

La sécurité et la sûreté biologiques constituent des priorités majeures du programme, compte tenu du risque associé à la dissémination accidentelle ou malveillante du poliovirus (y compris des isolats viraux), ainsi que des préoccupations relatives à la santé et à la sécurité au travail du personnel. Il existe des protocoles standard pour la manipulation et le confinement des échantillons en toute sécurité.

### 3.2. Expérience de la surveillance des eaux usées et de l'environnement pour la détection et le suivi du poliovirus

On dispose d'une expérience approfondie et de longue date de l'utilisation de la WES pour la détection et le suivi du poliovirus, depuis les phases dynamiques de la riposte à la poliomyélite jusqu'aux efforts actuels d'éradication dans plus de 80 pays. Dans certaines régions et dans certains contextes, il a été démontré que la WES augmentait considérablement la sensibilité de la surveillance du poliovirus par rapport à la surveillance de la PFA à elle seule.

Dès les années 1940, on savait que le poliovirus pouvait être détecté dans les eaux usées<sup>13</sup>. Le recours à la WES pour la détection du poliovirus fait partie intégrante de l'IMEP depuis plus de 20 ans. En 2003, l'OMS a publié les directives relatives à la surveillance environnementale de la circulation du poliovirus<sup>14</sup>. En 2015, l'IMEP a publié des orientations actualisées ainsi qu'un plan d'accélération visant à étendre la surveillance environnementale, en donnant la priorité aux pays où la maladie est endémique ou récente, où des flambées de PVDVc sont en cours ou récentes et où le VPO est actuellement utilisé<sup>15</sup>. En 2023, l'IMEP a publié un guide de terrain pour la mise en œuvre de la surveillance environnementale du poliovirus, qui met l'accent sur les aspects programmatiques et opérationnels tels que la sélection des sites, la collecte et le transport des échantillons et l'utilisation des données pour éclairer la prise de mesures<sup>16</sup>. Il est complété par d'autres orientations de l'IMEP<sup>17</sup> et par des documents et outils d'appui à l'usage des programmes nationaux de surveillance de la poliomyélite et des partenaires.

Ensemble, ces documents guident et soutiennent les pratiques normalisées établies pour la WES pour la détection et le suivi de la poliomyélite dans le cadre de l'IMEP. Les caractéristiques normalisées communes de ces activités de WES dans le cadre du programme de lutte contre la poliomyélite sont les suivantes :

- Sélection des sites sentinelles – en tenant compte de facteurs clés tels que la couverture des populations les plus exposées, la présence de réseaux d'égouts convergents et la faisabilité de l'échantillonnage.
- Échantillonnage périodique – généralement à l'aide d'échantillons instantanés et à une fréquence mensuelle.

- Collecte, stockage et transport des échantillons – supervision et procédures favorisant la qualité des échantillons, la sécurité du personnel et la documentation avec la chaîne de responsabilité et d'intégrité.
- Mise en place et maintien d'un RMLP accrédité mettant en œuvre des méthodes normalisées de WES – utilisant généralement la concentration d'échantillons en deux phases, l'isolement viral sur culture cellulaire, suivi de la confirmation de la séquence génétique pour différencier le PVS, le PVDVc et le virus de type Sabin et la cartographie phylogénétique par rapport à toutes les séquences connues de poliovirus provenant d'échantillons cliniques de cas de PFA et d'échantillons environnementaux.
- Outils de gestion de l'information – pour permettre la visualisation en temps utile des données relatives aux cas de PFA et à la WES afin de faciliter la prise de décisions.
- Des plans d'action en cas de résultats positifs uniques ou répétés de la WES – y compris pour l'élargissement de la WES, le renforcement de la surveillance des cas de PFA et d'autres mesures spécifiques contextualisées.
- Des systèmes d'amélioration continue de la qualité avec un suivi des indicateurs clés – qui permettent de prendre des mesures correctives, y compris le renforcement ou l'abandon des sites d'échantillonnage peu performants.

Les objectifs de surveillance et les approches de WES associées diffèrent selon le contexte et au fil du temps, au fur et à mesure que le programme progresse vers l'éradication.

Des preuves indiquant qu'une WES bien mise en œuvre augmente considérablement la sensibilité de la surveillance du poliovirus dans certaines zones ont incité à accélérer l'expansion à partir de 2013<sup>18</sup>. L'expérience du programme de WES montre qu'il est utile pour la détection précoce, en amont de l'apparition de cas de PFA ou en leur absence, ainsi que pour la caractérisation de l'étendue d'une épidémie et la réussite de la lutte contre celle-ci. L'analyse phylogénétique des données génétiques de la WES et des cas a permis de mieux comprendre la source et les chaînes de transmission des épidémies de poliovirus. L'absence répétée de détection a également fourni des informations contextuelles utiles, notamment en cas d'endémicité ou d'épidémies antérieures.

La valeur spécifique de la poliomyélite en tant que puissant système de détection supplémentaire basé sur les sites sentinelles est largement documentée<sup>14,18,12,16,15,20,21</sup>. Voici quelques exemples de la WES dans différents contextes épidémiologiques.

- **Pays où le PVS est endémique :**
  - Au Pakistan et en Afghanistan, la surveillance étendue des eaux usées et de l'environnement a amélioré la sensibilité et la détection précoce par rapport à la PFA seule, et a montré que le PVS1 continuait à circuler et à se propager géographiquement malgré une réduction des cas de PFA signalés<sup>22-24</sup>.
  - Historiquement, en Égypte et en Inde, la WES a été utilisée pour trianguler et corroborer les tendances à la baisse des cas de PFA avant leur élimination effective<sup>25, 26</sup>.

- La WES a renforcé la confiance dans la réussite de l'élimination du virus dans des pays précédemment endémiques (notamment au Nigéria, en Égypte et en Inde).
- **Pays présentant un risque accru de réintroduction du PVS1 :**
  - L'Iran est exposé à un risque élevé de réintroduction du PVS, car il est voisin de pays endémiques. La WES a permis de détecter le PVS1 (en l'absence de cas) en observant des liens génotypiques avec le Pakistan, ainsi que le PVDV, et a rassuré sur la lutte contre les épidémies<sup>27</sup>.
  - À l'inverse, la dernière circulation connue du PVS en dehors du Pakistan et de l'Afghanistan a été découverte par la surveillance de la PFA au Malawi et au Mozambique en 2021 et 2022. Aucun des deux pays ne disposait à l'époque de programmes de WES opérationnels, mais des programmes ont depuis été mis en place pour renforcer la surveillance et exclure la circulation continue du poliovirus<sup>28</sup>.
- **À la suite d'une rupture du confinement du PVS :**
  - La WES a été mise en œuvre à la suite d'une rupture présumée et a fourni des preuves supplémentaires d'un confinement réussi dans divers contextes, y compris aux Pays-Bas<sup>4</sup>.
- **Pays à haut risque d'épidémies de PVDVc :**
  - En Égypte, en 2021, la WES a montré une certaine sensibilité pour détecter de multiples incursions distinctes de PVDV avec des liens génotypiques avec le Soudan, le Tchad et le Yémen, ainsi qu'une épidémie de PVDVc apparue localement à la suite de campagnes supplémentaires de VPO<sup>29</sup>.
  - À Madagascar, où des flambées récurrentes de PVDVc1 ont été observées, le séquençage de cas et de contacts cliniques et tirés de la WES et l'analyse phylogénétique ont montré l'émergence locale et la propagation de quatre groupes d'émergence distincts caractérisés comme recombinants entre le poliovirus de type 1 et d'autres entérovirus de type B et C<sup>30</sup>.
- **Pays à faible risque de réintroduction du poliovirus (avec utilisation de routine du VPI) :**
  - De nombreux pays exempts de poliomyélite qui ont adopté le VPI utilisent la WES pour surveiller la réintroduction du poliovirus et s'assurer qu'il ne circule pas silencieusement<sup>31-34, 37</sup>.
  - En Europe, en 2024, trois pays (l'Allemagne, l'Espagne et la Pologne) ont connu des détections répétées dans les eaux usées de PVDVc génétiquement lié à une souche émergente au Nigéria, alors qu'aucun cas n'a été détecté<sup>21</sup>.
- **Pays touchés par des flambées épidémiques :**
  - Après la détection initiale, il a été démontré qu'une surveillance renforcée avec l'ajout de sites supplémentaires, des tests plus fréquents et des résultats rapides permettait de caractériser et d'endiguer les épidémies<sup>36-38</sup>.
  - La WES a été utilisée pour détecter, caractériser et relier génétiquement une épidémie de PVDVc2 dans plusieurs pays, qui impliquait une circulation silencieuse au Royaume-Uni (à Londres et en Irlande du Nord), au Canada et en Israël, et un cas unique de paralysie dans l'État de New York<sup>31,39-42</sup>.
- **Territoires à risque en raison d'un conflit :**

- Les conflits et autres catastrophes complexes augmentent le risque de réémergence du poliovirus, en raison de la perturbation des vaccinations de routine, des systèmes d'assainissement, ainsi que d'autres facteurs. À Gaza, la WES a pu se poursuivre pendant le conflit de 2023 et a permis une alerte rapide concernant la circulation du PVDVc2<sup>43</sup>.

L'IMEP se concentre actuellement sur l'expansion des sites de WES dans les pays prioritaires et sur l'amélioration des performances grâce à un cadre de suivi, des outils et un soutien normalisés<sup>16, 44</sup>. Ces outils portent sur des aspects clés du processus, tels que l'exhaustivité, la qualité et la rapidité de la collecte, du transport, de l'analyse et de la communication des résultats de la culture et du séquençage, ainsi que sur la sensibilité de la détection des entérovirus. À la fin de l'année 2023, 900 sites fournissaient des résultats tirés de la WES de 86 pays à inclure dans la surveillance de la poliomyélite, dont 378 sites répartis dans 27 des 28 pays prioritaires de l'IMEP pour l'année 2023. Les résultats de la WES dans les pays prioritaires ont montré une certaine amélioration des indicateurs de qualité des performances des sites ; l'objectif de sensibilité aux entérovirus a été atteint par 58,8 % des sites et, dans 19 pays, plus de 80 % des sites atteignent un taux d'isolement des entérovirus de plus de 50 %<sup>24</sup>.

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

L'intégration complète de la WES et de la surveillance clinique dans le programme d'éradication du poliovirus, y compris l'utilisation contextuelle de la WES de routine et agile, constitue un modèle de surveillance multimodale intégrée pour d'autres programmes de lutte contre la maladie.

L'utilisation de la WES améliore la rapidité et la sensibilité des détections de poliovirus, et est pertinente pour les pays qui sont exempts de poliovirus, où le PVS1 est actuellement endémique ou qui ont connu une incursion ou des épidémies de poliovirus. Dans les régions considérées comme « exemptes de poliomyélite », la détection d'un seul cas de PVS ou de PVDV à partir de la WES donne lieu à une enquête plus approfondie. Les interventions découlant de la détection du poliovirus par la WES comprennent une enquête plus approfondie dans la zone de desserte du site de WES, et des détections répétées peuvent déclencher une surveillance accrue de la PFA et une WES additionnelle ainsi que des campagnes de vaccination supplémentaires.

### 4.1. Surveillance des eaux usées et de l'environnement de routine pour la détection et le suivi du poliovirus

La WES complète la surveillance de la PFA de la manière suivante :

- Par la détection en temps utile des importations de PVS1 ou de PVDV et l'émergence de poliovirus circulants dérivés d'une souche vaccinale (PVDVc).
- Par le suivi de la transmission continue des poliovirus afin d'orienter les stratégies de vaccination et de fournir des preuves en vue de la certification de la disparition des poliovirus de l'environnement.

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

### 4.2. Surveillance des eaux usées et de l'environnement agile pour la détection et le suivi du poliovirus

La WES agile s'accompagnant d'un échantillonnage plus large ou plus fréquent est déclenchée par une détection clinique ou environnementale du PVS ou du PVDV au cours d'une surveillance de routine.

**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 place 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.

La réponse à donner à la détection d'un échantillon d'eaux usées (ou d'un cas de PFA) est déterminée par le contexte épidémiologique, qu'elle soit inattendue dans un environnement exempt de poliovirus ou attendue dans le cadre d'une épidémie endémique ou connue. La WES agile est utilisée pour aider à caractériser l'étendue de la circulation communautaire, ou son absence, identifier les liens épidémiologiques génétiques et géospatiaux, ainsi que pour informer et cibler la riposte, et évaluer son efficacité. La mise en œuvre rapide d'une intervention de WES agile n'est possible que lorsqu'un programme de routine est en place.

#### 4.3. Mesures de santé publique découlant de la surveillance des eaux usées et de l'environnement pour la détection et le suivi du poliovirus

Les mesures de santé publique découlant de la WES pour la détection et le suivi du poliovirus dépendent du contexte et sont décrites dans la stratégie d'éradication de la poliomyélite 2022-2026 de l'IMEP<sup>12</sup> et dans l'actuel plan d'action pour la surveillance mondiale de la poliomyélite.

## 5. Considérations méthodologiques supplémentaires concernant la surveillance des eaux usées et de l'environnement pour la détection et le suivi du poliovirus

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](#)).

Plus de 20 ans se sont écoulés depuis l'élaboration des premières lignes directrices complètes relatives à la WES pour la détection du poliovirus<sup>14</sup>. Les orientations comprennent des conseils sur l'échantillonnage, l'analyse et la communication des données. Les informations sont communiquées par l'intermédiaire de l'OMS et de l'IMEP. Des exemples d'orientations publiées et de publications de référence sont donnés dans la liste des références bibliographiques<sup>12,14–16,19,45</sup>.

Un système de WES pour la détection et le suivi du poliovirus comprend cinq domaines d'activité principaux :

- Rédaction et validation d'un plan national.
- Sélection et gestion des sites.
- Collecte et transport des échantillons au laboratoire.
- Analyse en laboratoire (isolement viral, méthodes moléculaires et séquençage).
- Utilisation des informations pour éclairer la prise de mesures.

### 5.1. Méthodes d'échantillonnage

Le guide de terrain de 2023<sup>46</sup> décrit en détail la stratégie et les critères de sélection et de suivi des sites de collecte des échantillons dans le cadre d'un programme de WES ciblant le poliovirus, qui sont pertinents au regard du risque de poliovirus, de la population étudiée et du contexte socioéconomique et politique. Il inclut notamment des considérations relatives à la sélection des sites dans des environnements raccordés ou non à des réseaux d'égouts convergents, ainsi qu'au contrôle des performances pour évaluer la qualité et abandonner les sites non performants. Le guide décrit également en détail les exigences en matière de sécurité et de qualité de la collecte, de la documentation, du transport et du stockage des échantillons.

Le prélèvement d'échantillons environnementaux dans le cadre de la WES pour la détection et le suivi du poliovirus ne fait pas l'objet de considérations particulières autres que celles retenues pour l'échantillonnage microbiologique classique pour la surveillance de l'environnement et la WES. Les échantillons instantanés classiques, les échantillons composites (temps ou lieu) et les échantillons passifs/obtenus par piégeage ont tous été utilisés avec succès. Aucune méthode n'est parfaite et toutes présentent des avantages et des inconvénients. La sélection peut être basée sur le contexte spécifique et le cas d'utilisation. Le prélèvement périodique d'échantillons instantanés est la méthode la plus largement utilisée, car elle est pragmatique et faisable. Toutefois, elle présente des limites en matière de coût, de sensibilité et de délai d'exécution ; elle nécessite une collecte pendant une fenêtre de temps étroite, a une faible couverture temporelle et exige également le transport coûteux d'échantillons d'eau

encombrants. Il existe d'autres méthodes améliorées d'échantillonnage et de concentration qui remédient à certaines de ces limites, comme les méthodes de filtration<sup>47-50</sup>, mais elles présentent elles-mêmes d'autres limites. D'autres innovations en matière d'échantillonnage, combinées à des tests proches du point de soins, sont en cours d'évaluation.

## 5.2. Méthodes de laboratoire et interprétation

Les tests de WES les plus courants et les plus anciens pour la détection du poliovirus comprennent l'isolement du virus à l'aide de cultures cellulaires<sup>12,14-16,19</sup>. Cette méthode permet de détecter tous les types de poliovirus, qui sont ensuite identifiés comme étant dérivés d'une souche vaccinale ou sauvage à l'aide d'un test de différenciation intratypique comportant un ensemble de six tests d'amplification en chaîne par polymérase en temps réel (rRT-PCR). Plus précisément, les orientations les plus récentes de l'OMS<sup>19</sup> et les protocoles de travail<sup>15</sup> utilisent la rRT-PCR pour le suivi des tests basés sur la culture. Les échantillons sélectionnés sont ensuite transportés dans des laboratoires spécialisés accrédités par le RMLP pour y être séquencés afin d'identifier plus précisément les poliovirus dérivés d'une souche vaccinale et de confirmer la présence de poliovirus importants pour les programmes. Toutefois, ces méthodes ne sont pas rapides ; les exigences de performance du RMLP de l'IMEP prévoient que les processus de bout en bout soient achevés dans un délai de 35 jours. Dans tous les cas, les laboratoires qui analysent des eaux usées concentrées dans lesquelles un poliovirus est détecté (sauf Sabin-1 et -3) doivent adhérer aux protocoles du Plan d'action mondial de l'OMS visant à réduire au minimum le risque d'exposition au poliovirus associé aux établissements après l'éradication par type des poliovirus sauvages et l'arrêt progressif de l'utilisation du vaccin antipoliomyélitique oral (GAPIII) et passer aux protocoles du Plan d'action mondial pour le confinement des poliovirus (GAPIV)<sup>51,52</sup>.

Il existe une forte volonté de recourir à des tests directs par rRT-PCR pour les cas de PFA, car ils permettent une détection plus rapide et plus sensible et l'utilisation des échantillons d'eaux usées ou environnementaux. Bien que cela ne soit pas encore recommandé, l'OMS fournit des orientations sur la manière de signaler tout résultat positif et de fournir des échantillons à des laboratoires accrédités, si ces tests sont utilisés sur des échantillons prélevés dans le cadre de la WES<sup>53</sup>. Des méthodes moléculaires directes pour les échantillons prélevés dans le cadre de la WES ont été utilisées dans divers contextes pour identifier à la fois les poliovirus de type sauvage et les poliovirus dérivés d'une souche vaccinale, même si leur valeur prédictive négative reste sous-optimale. Par exemple, la RT-PCR et le séquençage ont été utilisés avec succès pour la caractérisation, la réponse rapide et le contrôle dans le contexte de l'épidémie multi-pays de PVDVc qui a touché les États-Unis (État de New York), le Royaume-Uni (Londres) et Israël<sup>40-42,54</sup>. Les laboratoires spécialisés mondiaux du RMLP (OMS) sont en train d'évaluer l'utilisation des méthodes moléculaires et incluront tout changement dans leurs orientations qui sont régulièrement mises à jour.

## 5.3. Rapports et communication

L'IMEP propose un tableau de bord interactif, qui intègre les résultats de la surveillance clinique basée sur les cas et de la WES, et des visualisations adaptées à l'utilisateur final, notamment des visualisations géospatiales affichées et sous forme de tableaux<sup>17</sup>. Ces outils incluent notamment les détections de poliovirus par la surveillance de la PFA et la WES, l'épidémiologie moléculaire et des indicateurs d'assurance qualité.

#### 5.4. Acceptabilité de la surveillance des eaux usées et de l'environnement pour la détection et le suivi du poliovirus

La WES au niveau de la population est largement utilisée à l'échelle mondiale dans le cadre du programme de surveillance du poliovirus. La WES pour la détection et le suivi du poliovirus est conforme aux principes éthiques de l'OMS en matière de surveillance de la santé publique, et la WES est largement acceptée et utilisée à cette fin dans le monde entier. Le plan d'action national relatif à la poliomyélite est le résultat d'un processus inclusif qui mobilise la communauté, les autorités environnementales et sanitaires et d'autres parties prenantes, de sorte que les considérations d'acceptabilité et d'éthique pertinentes doivent être discutées et abordées dans le plan d'action national adapté et lors du suivi et de l'évaluation. Dans les pays où le PVS1 est endémique et où la vaccination contre le poliovirus pose des problèmes d'acceptabilité bien documentés, le programme de surveillance est largement mis en œuvre et ne s'est pas heurté à de tels problèmes.

Les questions transversales d'acceptabilité, d'éthique, de droit et les questions connexes pertinentes pour toutes les activités de WES sont examinées dans le document de synthèse relatif à la WES.

## 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 poliovirus dans les activités existantes de surveillance et de riposte

- La WES est pleinement intégrée à la surveillance clinique et d'autres activités de surveillance dans le cadre du programme de lutte contre la poliomyélite, y compris l'utilisation contextuelle de la WES agile et de routine. Il s'agit d'un modèle de bonnes pratiques pour la surveillance multimodale intégrée, notamment la WES pour d'autres programmes de lutte contre les maladies.
- L'intégration de la WES comprend, dans le cadre de la planification visant une adaptation optimale, une surveillance combinée ainsi qu'un soutien centralisé du RMLP et des services de données et d'information pour les activités cliniques et de WES. La visualisation des résultats de la WES et de la surveillance clinique permet de prendre des décisions en temps utile.
- Toutefois, l'objectif de l'IMEP étant l'éradication, l'IMEP est restée jusqu'à présent un programme essentiellement vertical. Dans sa stratégie actuelle de fin de programme, l'IMEP cherche à relier et à renforcer les systèmes globaux de surveillance des maladies et de riposte dans les pays cibles<sup>55</sup>.

### 6.2. Intégration de la surveillance des eaux usées et de l'environnement à cibles multiples avec le poliovirus

- Fin 2023, le programme de lutte contre la poliomyélite comptait 900 sites répartis dans 86 pays, principalement des pays à revenu faible ou intermédiaire, prévoyait la poursuite de la WES pendant 10 ans après l'éradication, disposait de procédures, d'infrastructures et de partenaires de WES bien établis, et affichait un engagement à intégrer les activités de WES prioritaires (par exemple, le SRAS-CoV-2). Le programme s'est également engagé à innover et à renforcer les méthodes d'échantillonnage et d'analyse sensibles et rapides.
- Des programmes bien établis de WES pour la détection et le suivi du poliovirus peuvent fournir des capacités locales grâce auxquelles il est possible d'étendre les interventions de WES de routine ou agile à d'autres agents pathogènes à moindre coût. Tout dépend de la poursuite du soutien financier et logistique.
- La surveillance à cibles multiples qui s'appuie sur les programmes de lutte contre la poliomyélite peut renforcer la surveillance équitable et les capacités de préparation et de riposte aux épidémies et aux pandémies, compte tenu de la répartition des sites de surveillance de la poliomyélite dans les pays à faible revenu.
- La répartition des sites de surveillance de la poliomyélite en Afrique, en Asie et dans les zones tropicales et semi-tropicales peut se superposer à celle d'autres agents pathogènes d'intérêt, tels que les agents pathogènes fécaux-oraux *Salmonella Typhi*, *Salmonella Paratyphi A* et B, et *Vibrio cholerae*, ainsi que l'orthopoxvirus simien et divers arbovirus transmis par les moustiques, entre autres.

- Par ailleurs, en principe, tout agent pathogène ou son matériel génétique disséminé par des voies qui pénètrent dans les eaux usées et les eaux environnementales affectées par les activités humaines (par exemple, par les selles, l'urine, les sécrétions, la peau ou le sang) peut potentiellement être détecté dans les échantillons prélevés dans le cadre du programme de WES relatif au poliovirus.
- Par conséquent, les possibilités d'exploiter et d'intégrer d'autres agents pathogènes dans les programmes de WES existants ou légèrement modifiés visant le poliovirus, tout en renforçant ou en ne compromettant pas la WES pour la détection et le suivi de la poliomyélite, sont susceptibles d'être considérables. Cependant, il existe des limites et des défis connus. Le programme de WES pour la détection et le suivi du poliovirus intègre des méthodes normalisées, couvrant la conception du programme d'échantillonnage, la sélection et la validation des sites d'échantillonnage, la collecte et le transport des échantillons, l'analyse et la communication des données, qui peuvent ne pas être optimales pour d'autres cibles potentielles. Cela peut limiter la possibilité d'adapter le programme de WES visant le poliovirus de manière à soutenir la WES concernant plusieurs agents pathogènes.
- A contrario, les activités de WES existantes pour d'autres agents pathogènes peuvent être exploitées en partie pour intégrer le poliovirus, par exemple, pour un échantillonnage et un transport plus efficaces.

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

L'effort de lutte contre la poliomyélite se trouve à un moment critique, l'ampleur et la rapidité de la propagation de la maladie depuis la pandémie de COVID-19 risquant de compromettre la phase finale d'éradication. Il existe plusieurs priorités en matière de recherche appliquée afin d'optimiser l'application de la WES pour la détection et le suivi de la poliomyélite, et de renforcer la surveillance de la poliomyélite. Les principales lacunes en matière de connaissances et les domaines recommandés pour la recherche appliquée sont les suivants :

- Le plan stratégique élargi de l'IMEP pour la période 2022-2029 identifie le besoin de nouveaux outils, approches et partenaires pour optimiser l'efficacité des méthodes de WES dans le cadre de la poliomyélite. Il s'agit notamment des attributs de sensibilité et de rapidité du système qui peuvent être mis en œuvre à grande échelle dans des contextes mondiaux endémiques et à haut risque pertinents et variés (y compris les principales régions géographiques sujettes aux épidémies de PVDVc, dont une grande partie sont des contextes à faibles ressources marqués par une faible couverture de systèmes d'assainissement améliorés dans les climats tropicaux chauds).
- Des recherches appliquées sont en cours, notamment dans les domaines suivants :
  - Innovation, validation et normalisation des méthodes d'échantillonnage. Il s'agit notamment d'améliorer la sensibilité et la couverture temporelle des échantillonnages instantanés périodiques<sup>47-49</sup>.
  - Méthodes de laboratoire, y compris celles avec détection moléculaire directe et séquençage. Elles incluent l'amélioration de la sensibilité et de la rapidité de la culture, avec des exigences

moindres en matière de biosécurité (les méthodes moléculaires directes n'impliquent pas la culture de virus vivants)<sup>40-42,54,56-58</sup>.

- D'autres mesures de renforcement des capacités et d'amélioration de la qualité du programme du système afin de raccourcir le délai d'obtention des résultats et le délai de mise en œuvre d'une intervention efficace pour soutenir l'objectif final d'éradication.
- Recherche pour comprendre les compromis nécessaires lors de l'élaboration des méthodes et optimiser les décisions contextualisées. La méthode parfaite n'existe pas, et des compromis contextuels sont nécessaires pour atteindre les objectifs de surveillance.
- Recherche sur l'optimisation d'une WES efficiente et durable dans le cadre de la poliomyélite, qui se poursuive au-delà de l'éradication pour un suivi continu. Il s'agira probablement d'identifier d'autres cibles pour la WES à cibles multiples, tout en veillant à maintenir ou à renforcer l'efficacité de la WES de base pour la détection et le suivi du poliovirus.

## Références bibliographiques

Les informations générales sur le poliovirus ont été tirées des documents publics et open source de l'IMEP, des CDC des États-Unis et de l'OMS, qu'il convient de consulter pour obtenir les informations les plus récentes<sup>17,59,60</sup>.

1. Lopez Cavestany, R., Eisenhower, M., Diop, O. M., Verma, H., Quddus, A., Mach, O., « The Last Mile in Polio Eradication: Program Challenges and Perseverance ». *Pathogens*, vol. 13, n° 4, article n° 323. doi : 10.3390/pathogens13040323.
2. Shulman, L. M., Manor, Y., Sofer, D., Mendelson, E., « Bioterrorism and Surveillance for Infectious Diseases - Lessons from Poliovirus and Enteric Virus Surveillance ». *Journal of Bioterrorism & Biodefense*, 2012, p. 1-10. doi : 10.4172/2157-2526.S4-004.
3. Jeannoël, M., Antona, D., Lazarus, C., Lina, B., Schuffenecker, I., « Risk Assessment and Virological Monitoring Following an Accidental Exposure to Concentrated Sabin Poliovirus Type 3 in France, November 2018 ». *Vaccines*, vol. 8, n° 2, article n° 331, 2020. doi : 10.3390/vaccins8020331.
4. Duizer, E., Ruijs, W. L., Hintaran, A. P., Hafkamp, M. C., van der Veer, M., te Wierik, M. J., « Wild poliovirus type 3 (WPV3)-shedding event following detection in environmental surveillance of poliovirus essential facilities, the Netherlands, November 2022 to January 2023 ». *Eurosurveillance*, vol. 28, n° 5, article n° 2300049, 2023. doi : 10.2807/1560-7917.ES.2023.28.5.2300049.
5. Ghendon, Y., Robertson, S. E., « Interrupting the transmission of wild polioviruses with vaccines: immunological considerations ». *Bulletin de l'Organisation mondiale de la Santé*, vol. 72, n° 6, 1994, p. 973-983.
6. Alexander, J. P. Jr, Gary, H. E. Jr, Pallansch, M. A., « Duration of Poliovirus Excretion and Its Implications for Acute Flaccid Paralysis Surveillance: A Review of the Literature ». *The Journal of Infectious Diseases*, vol. 175 (supplément\_1), 1997, p. S176-S182. doi : 10.1093/infdis/175.Supplement\_1.S176.
7. Lodder, W. J., Buisman, A. M., Rutjes, S. A., Heijne, J. C., Teunis, P. F., de Roda Husman, A. M., « Feasibility of quantitative environmental surveillance in poliovirus eradication strategies ». *Applied and Environmental Microbiology*, vol. 78, n° 11, 2012, p. 3800-3805. doi : 10.1128/AEM.07972-11.
8. Dowdle, W. R., Birmingham, M. E., « The Biologic Principles of Poliovirus Eradication ». *The Journal of Infectious Diseases*, vol. 175 (Supplément 1), 1997, p. S286-S292. doi : 10.1093/infdis/175.Supplement\_1.S286.
9. Singanayagam, A., Klapsa, D., Burton-Fanning, S. *et al.*, « Asymptomatic immunodeficiency-associated vaccine-derived poliovirus infections in two UK children ». *Nature Communications*, vol. 14, n° 1, article n° 3413, 2023. doi : 10.1038/s41467-023-39094-0.
10. Nasser, A. M., Tchorch, Y., Fattal, B., « Comparative Survival of E. Coli, F+Bacteriophages, HAV and Poliovirus 1 in Wastewater and Groundwater ». *Water Science & Technology*, vol. 27, n° 3-4, 1997, p. 401-407. doi : 10.2166/wst.1993.0381.

11. Nakajima, M., Uwatoko, K., Kobayashi, K., Pan, I. J., Iwabuchi, N., Sunairi, M., « Adhesion and releasing of Poliovirus to activated sludge of wastewater purifying plants ». *Water science and technology : a journal of the International Association on Water Pollution Research*, vol. 47, n° 9, 2003, p. 117-121.
12. OMS, Stratégie d'éradication de la poliomyélite 2022-2026. Tenir notre promesse. 2021 [en ligne]. Disponible à l'adresse suivante : [polioeradication.org](http://polioeradication.org).
13. Kling, C., Olin, G., Fåhraeus, J., Norlin, G., « Sewage as a carrier and disseminator of Poliomyelitis Virus ». *Acta Medica Scandinavica*, vol. 112, n°s 3-4, 1942, p. 250-263. doi : 10.1111/j.0954-6820.1942.tb13092.x.
14. OMS, *Guidelines for environmental surveillance of poliovirus circulation*. 2003 [en ligne]. Disponible à l'adresse suivante : [https://polioeradication.org/wp-content/uploads/2016/07/WHO\\_V-B\\_03.03\\_eng.pdf](https://polioeradication.org/wp-content/uploads/2016/07/WHO_V-B_03.03_eng.pdf).
15. OMS, IMEP, *Guidelines on environmental surveillance for detection of poliovirus*. 2015 [en ligne]. Disponible à l'adresse suivante : [http://polioeradication.org/wp-content/uploads/2016/07/GPLN\\_GuidelinesES\\_April2015.pdf](http://polioeradication.org/wp-content/uploads/2016/07/GPLN_GuidelinesES_April2015.pdf).
16. OMS, Guide de terrain pour la mise en œuvre de la surveillance environnementale du poliovirus. 2023 [en ligne].
17. IMEP, Initiative mondiale pour l'éradication de la poliomyélite (IMEP). Disponible à l'adresse suivante : <https://polioeradication.org/>.
18. Asgha, H., Diop, O. M., Weldegebriel, G. *et al.*, « Environmental Surveillance for Polioviruses in the Global Polio Eradication Initiative ». *The Journal of Infectious Diseases*, vol. 210 (supplément\_1), 2014, p. S294-S303. doi : 10.1093/infdis/jiu384.
19. OMS, *Polio laboratory manual*. 4<sup>e</sup> édition. 2004 [en ligne]. Disponible à l'adresse suivante : [https://polioeradication.org/wp-content/uploads/2017/05/Polio\\_Lab\\_Manual04.pdf](https://polioeradication.org/wp-content/uploads/2017/05/Polio_Lab_Manual04.pdf).
20. 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.
21. OMS, « Dans la Région européenne, les détections de poliovirus mettent en avant l'importance de la vaccination et de la vigilance ». OMS, Centre des médias.
22. Cowger, T. L., Burns, C. C., Sharif, S. *et al.*, « The role of supplementary environmental surveillance to complement acute flaccid paralysis surveillance for wild poliovirus in Pakistan – 2011–2013 ». De La Torre, J. C. (dir.). *PLoS One*, vol. 12, n° 7, article n° e0180608, 2017. doi :10.1371/journal.pone.0180608.
23. Kroiss, S. J., Ahmadzai, M., Ahmed, J. *et al.*, « Assessing the sensitivity of the polio environmental surveillance system ». *PLoS One*, vol. 13, n° 12, article n° e0208336, 2018. doi : 10.1371/journal.pone.0208336.

24. Kishore, N., « Surveillance to Track Progress Toward Polio Eradication - Worldwide, 2022-2023 ». *Morbidity and Mortality Weekly Report*, vol. 73, 2024. doi : 10.15585/mmwr.mm7313a1.
25. Hovi, T., Blomqvist, S., Nasr, E. *et al.*, « Environmental surveillance of wild poliovirus circulation in Égypte--balancing between detection sensitivity and workload ». *Journal of Virological Methods*, vol. 126, n<sup>os</sup> 1-2, 2005, p. 127-134. doi : 10.1016/j.jviromet.2005.02.002.
26. Chowdhary, R., Dhole, T. N., « Interrupting wild poliovirus transmission using oral poliovirus vaccine: environmental surveillance in high-risks area of India ». *Journal of Medical Virology*, vol. 80, n<sup>o</sup> 8, 2008, p. 1477-1488. doi : 10.1002/jmv.21230.
27. Nejati, A., Tabatabaei, S. M., Mahmoudi, S. *et al.*, « Environmental Surveillance of Poliovirus and Non-polio Enteroviruses in Iran, 2017–2023: First Report of Imported Wild Poliovirus Type 1 Since 2000 ». *Food and Environmental Virology*, vol. 16, n<sup>o</sup> 3, 2024, p. 391-397. doi : 10.1007/s12560-024-09600-8.
28. Davlantes, E. *et al.*, « Mise à jour sur la flambée épidémique de poliovirus sauvage de type 1 dans le sud-est de l'Afrique, 2021-2022 ». *Weekly Epidemiological Record*, vol. 98, n<sup>o</sup> 16, 2023.
29. Shabana, M. R., Zaghloul, A. Y., El Shaarawy, T. H., Elleboudy, N. S., Aboshanab, K. M., « Monitoring the VDPV2 outbreak in Egypt during 2020–2021 highlights the crucial role of environmental surveillance and boosting immunization in combating Poliovirus ». *BMC Infectious Diseases*, vol. 24, n<sup>o</sup> 1, article n<sup>o</sup> 866, 2024. doi : 10.1186/s12879-024-09731-0.
30. Raharinantoanina, J., Joffret, M. L., Bessaud, M. *et al.*, « Wide circulation of type 1 vaccine-derived poliovirus strains in clinical specimens from suspected cases of poliomyelitis, their contacts and in wastewater in Madagascar since late 2020 ». *Virology*, vol. 600, article n<sup>o</sup> 110253, 2024. doi : 10.1016/j.virol.2024.110253.
31. Zuckerman, N. S., Bucris, E., Morad-Eliyahu, H. *et al.*, « Environmental surveillance of a circulating vaccine-derived poliovirus type 2 outbreak in Israel between 2022 and 2023: a genomic epidemiology study ». *The Lancet Microbe*, vol. 5, n<sup>o</sup> 10, 2024. doi : 10.1016/S2666-5247(24)00116-2.
32. Dedepsidis, E., Kyriakopoulou, Z., Pliaka, V. *et al.*, « Retrospective characterization of a vaccine-derived poliovirus type 1 isolate from sewage in Greece ». *Applied and Environmental Microbiology*, vol. 73, n<sup>o</sup> 21, 2007, p. 6697-6704. doi : 10.1128/AEM.00535-07.
33. Benschop, K. S. M., van der Avoort, H. G., Jusic, E., Vennema, H., van Binnendijk, R., Duizer, E., « Polio and Measles Down the Drain: Environmental Enterovirus Surveillance in the Netherlands, 2005 to 2015 ». *Applied and Environmental Microbiology*, vol. 83, n<sup>o</sup> 13, article n<sup>o</sup> e00558-17. doi : 10.1128/AEM.00558-17.
34. Chen, P., Liu, Y., Wang, H. *et al.*, « Environmental Surveillance Complements Case-Based Surveillance of Acute Flaccid Paralysis in Polio Endgame Strategy 2019-2023 ». *Applied and Environmental Microbiology*, vol. 86, n<sup>o</sup> 15, article n<sup>o</sup> e00702-20 2020. doi : 10.1128/AEM.00702-20.

35. Vinjé, J., Gregoricus, N., Martin, J. *et al.*, « Isolation and characterization of circulating type 1 vaccine-derived poliovirus from sewage and stream waters in Hispaniola ». *The Journal of Infectious Diseases*, vol. 189, n° 7, 2004, p. 1168-1175. doi : 10.1086/382545.
36. Blomqvist, S., El Bassioni, L., El Maamoon Nasr, E. M. *et al.*, « Detection of imported wild polioviruses and of vaccine-derived polioviruses by environmental surveillance in Egypt ». *Applied and Environmental Microbiology*, vol. 78, n° 15, 2012, p. 5406-5409. doi : 10.1128/AEM.00491-12.
37. Roivainen, M., Blomqvist, S., Al-Hello, H. *et al.*, « Highly divergent neurovirulent vaccine-derived polioviruses of all three serotypes are recurrently detected in Finnish sewage ». *Euro surveillance : bulletin Européen sur les maladies transmissibles = European communicable disease bulletin*, vol. 15, n° 19, 2010. PII : 19566.
38. Kitakawa, K., Kitamura, K., Yoshida, H., « Monitoring Enteroviruses and SARS-CoV-2 in Wastewater Using the Polio Environmental Surveillance System in Japan ». *Applied and Environmental Microbiology*, vol. 89, n° 4, article n° e01853-22, 2023. doi : 10.1128/aem.01853-22.
39. OMS, « Détection du poliovirus circulant dérivé d'une souche vaccinale de type 2 (PVDVc2) dans des prélèvements environnementaux - États-Unis d'Amérique, Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord ». 2022. Disponible à l'adresse suivante : <https://www.who.int/fr/emergencies/disease-outbreak-news/item/2022-DON408> (Consulté le 4 août 2024).
40. Link-Gelles, R., « Public Health Response to a Case of Paralytic Poliomyelitis in an Unvaccinated Person and Detection of Poliovirus in Wastewater - New York, June-August 2022 ». *Morbidity and Mortality Weekly Report*, vol. 71, 2022. doi : 10.15585/mmwr.mm7133e2.
41. Ryerson, A. B., « Wastewater Testing and Detection of Poliovirus Type 2 Genetically Linked to Virus Isolated from a Paralytic Polio Case — New York, March 9–October 11, 2022 ». *Morbidity and Mortality Weekly Report*, vol. 71, 2022. doi : 10.15585/mmwr.mm7144e2.
42. Klapsa, D., Wilton, T., Zealand, A. *et al.*, « Sustained detection of type 2 poliovirus in London sewage between February and July, 2022, by enhanced environmental surveillance ». *The Lancet*, vol. 400, n° 10362, 2022, p. 1531-1538. doi : 10.1016/S0140-6736(22)01804-9.
43. Zayed, D., Banat, M., Al-Tammemi, A. B., « Infectious diseases within a war-torn health system: The re-emergence of polio in Gaza ». *New Microbes and New Infections*, vol. 62, article n° 101483, 2024. doi : 10.1016/j.nmni.2024.101483.
44. OMS, « *Highlights from the Meeting of the Strategic Advisory Group of Experts (SAGE) on Immunization* ». 2024. 2024 [en ligne]. Disponible à l'adresse suivante : [https://cdn.who.int/media/docs/default-source/immunization/sage/2024/september/sage-sept\\_2024-highlights\\_final.pdf?sfvrsn=6a0f811d\\_3](https://cdn.who.int/media/docs/default-source/immunization/sage/2024/september/sage-sept_2024-highlights_final.pdf?sfvrsn=6a0f811d_3) (Consulté le 3 décembre 2024).
45. Asgha, H., Diop, O. M., Weldegebriel, G. *et al.*, « Environmental Surveillance for Polioviruses in the Global Polio Eradication Initiative ». *The Journal of Infectious Diseases*, vol. 210 (supplément\_1), 2014, p. S294-S303. doi : 10.1093/infdis/jiu384.

46. OMS, Guide de terrain pour la mise en œuvre de la surveillance environnementale du poliovirus. 2023 [en ligne].
47. Zhou, N. A., Fagnant-Sperati, C. S., Shirai, J. H. *et al.*, « Evaluation of the bag-mediated filtration system as a novel tool for poliovirus environmental surveillance: Results from a comparative field study in Pakistan ». *PLoS One*, vol. 13, n° 7, article n° e0200551, 2018. doi : 10.1371/journal.pone.0200551.
48. Fagnant, C. S., Beck, N. K., Yang, M. F., Barnes, K. S., Boyle, D. S., Meschke, J. S., « Development of a novel bag-mediated filtration system for environmental recovery of poliovirus ». *Journal of Water and Health*, vol. 12, n° 4, 2014, p. 747-754. doi : 10.2166/wh.2014.032.
49. Belgasmi, H., Miles, S. J., Sayyad, L. *et al.*, « CaFÉ : A Sensitive, Low-Cost Filtration Method for Detecting Polioviruses and Other Enteroviruses in Residual Waters ». *Frontiers in Environmental Science*, vol. 10, 2022. doi : 10.3389/fenvs.2022.914387.
50. Matrajt, G., Naughton, B., Bandyopadhyay, A. S., Meschke, J. S., « A Review of the Most Commonly Used Methods for Sample Collection in Environmental Surveillance of Poliovirus ». *Clinical Infectious Diseases et Infectious Diseases Society of America*, vol. 67 (supplément\_1), 2018, p. S90-S97. doi : 10.1093/cid/ciy638.
51. OMS, WHO Global Action Plan for Poliovirus Containment, GAPIV. 2023 [en ligne].
52. OMS, *Plan d'action mondiale de l'OMS visant à réduire au minimum le risque d'exposition au poliovirus associé aux établissements après l'éradication par type des poliovirus sauvages et l'arrêt progressif de l'utilisation du vaccin antipoliomyélitique oral*. 2015 [en ligne]. Disponible à l'adresse suivante : [https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/208873/WHO\\_POLIO\\_15.05\\_fre.pdf](https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/208873/WHO_POLIO_15.05_fre.pdf).
53. RMLP, *Guidance Paper 9 Reporting polioviruses of programmatic interest detected using methods not-recommended or not-accepted by the GPLN-SWG*. 2023 [en ligne]. Disponible à l'adresse suivante : [https://polioeradication.org/wp-content/uploads/2024/05/GP9\\_Reporting-virus-of-programmatic-interest-detected-using-not-recommended-or-not-accepted-methods.30.05.2023.Final\\_.pdf](https://polioeradication.org/wp-content/uploads/2024/05/GP9_Reporting-virus-of-programmatic-interest-detected-using-not-recommended-or-not-accepted-methods.30.05.2023.Final_.pdf)
54. Manor, Y., Shulman, L. M., Kaliner, E. *et al.*, « Intensified environmental surveillance supporting the response to wild poliovirus type 1 silent circulation in Israel, 2013 ». *Eurosurveillance*, vol. 19, n° 7, article n° 20708, 2014. doi : 10.2807/1560-7917.ES2014.19.7.20708.
55. Closser, S., Neel, A. H., Gerber, S., Alonge, O., « From legacy to integration in the Initiative mondiale pour l'éradication de la poliomyélite : looking back to look forward ». *BMJ Global Health*, vol. 9, n° 5, article n° e014758, 2024. doi : 10.1136/bmjgh-2023-014758.
56. Hindiyeh, M. Y., Moran-Gilad, J., Manor, Y. *et al.*, « Development and validation of a real time quantitative reverse transcription-polymerase chain reaction (qRT-PCR) assay for investigation of wild poliovirus type 1-South Asian (SOAS) strain reintroduced into Israël, 2013 to 2014 ». *Eurosurveillance*, vol. 19, n° 7, 2014. doi : 10.2807/1560-7917.ES2014.19.7.20710.

57. Sun, H., Harrington, C., Gerloff, N. *et al.*, « Validation of a redesigned pan-poliovirus assay and real-time PCR platforms for the global poliovirus laboratory network ». *PLoS One*, vol. 16, n° 8, article n° e0255795, 2021. doi : 10.1371/journal.pone.0255795.
58. Shaw, A. G., Mampuela, T. K., Lofiko, E. L. *et al.*, « Sensitive poliovirus detection using nested PCR and nanopore sequencing: a prospective validation study ». *Nature Microbiology*, vol. 8, n° 9, 2023, p. 1634-1640. doi : 10.1038/s41564-023-01453-4.
59. CDC, « About Polio in the United States ». CDC - Polio. Disponible à l'adresse suivante : <https://www.cdc.gov/polio/about/index.html>.
60. OMS, « Poliomyélite ». Thèmes de santé - Poliomyélite. Disponible à l'adresse suivante : [https://www.who.int/fr/health-topics/poliomyelitis#tab=tab\\_1](https://www.who.int/fr/health-topics/poliomyelitis#tab=tab_1).