



De l'**O**bservatoire **E**pidémiologique dans les **E**aux usées (OBEPINE) vers une **P**lateforme **U**ne seule **S**anté (OBEPINE PLUS).

Christophe Gantzer

9 avril 2025

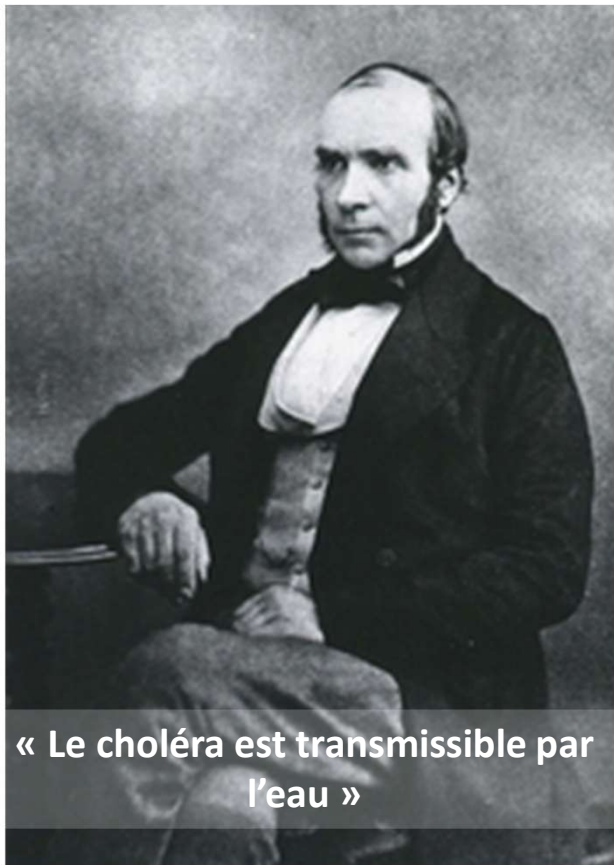
Christophe.gantzer@univ-lorraine.fr

En collaboration avec les autres membres fondateurs d'OBEPINE : J.-L. Bailly, I. Bertrand, M. Boni, M. Desdouits, S. Le Guyader, Y. Maday, V. Maréchal, J.-M. Mouchel, L. Moulin et S. Wurtzer.

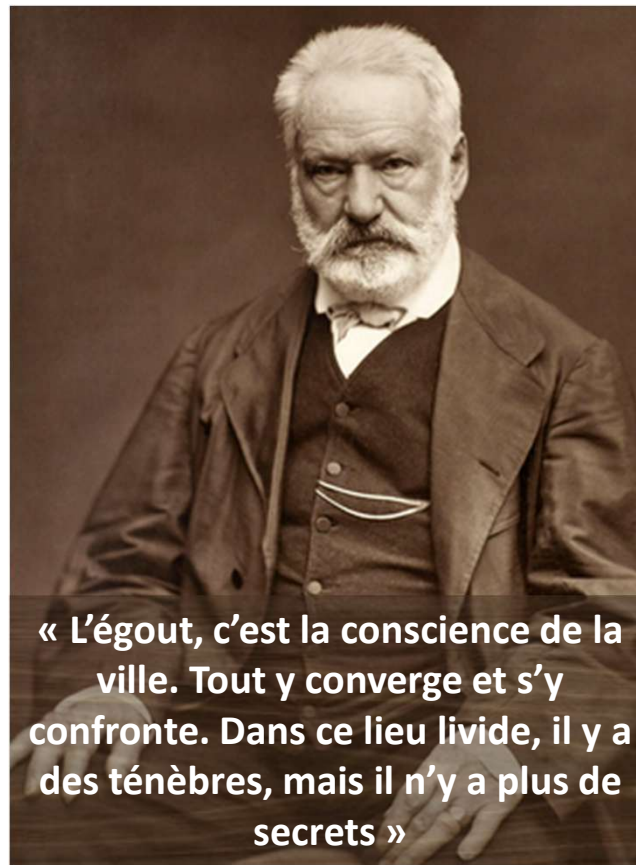


Epidémiologie basée sur les eaux usées (WBE) pour les virus : historique

John Snow, 1854

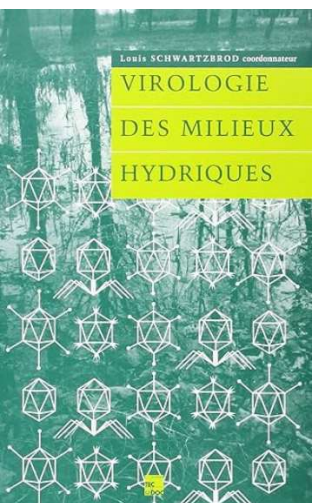


Victor Hugo, Les Misérables, 1867



John Rodman Paul, Science, 1939





Virologie des eaux à Nancy : historique

Laboratoire de virologie de la Faculté de Pharmacie – Nancy
(Pr. L. Schwartzbrod)



Faculté de Pharmacie : rue Albert Lebrun

1997 : LCPE puis LCPME (J.-J. Ehrhardt, J-C Block, A. Walcarius, C. Gantzer)

Chimie et Electrochimie Analytiques (ELAN)

Microbiologie Environnementale (MIC)

Spectroscopies des Interfaces des Matériaux et du Vivant (SIMAVI)



Villers-lès-Nancy

LCPME
Laboratoire de Chimie Physique et Microbiologie
pour les Matériaux et l'Environnement



UMR 7564



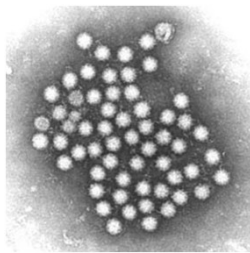
Campus Brabois Santé : Vandoeuvre-lès-Nancy

Principaux virus d'intérêt sanitaire dans l'environnement

- Virus entériques pathogènes (gastro-entérites, hépatites, pathologies liées aux entérovirus dont les poliovirus)

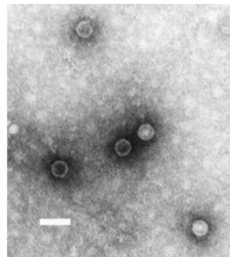
Particules de 20-30 nm

Norovirus



University of Barcelona, Bosch and Pinto

Poliovirus



<http://www.epa.gov/nerlcwww/polio.html>

✓ Virus nus

✓ Capside protéique

✓ Génome à ARNsb 7,5 kb (parfois ARNdb, ADNdb)

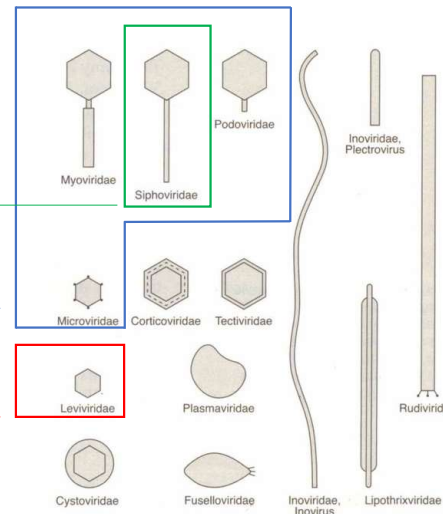
- Bactériophages fécaux (hôtes normaux de l'intestin humain) dont :

✓ Phages nus

Phages de *Bacteroides fragilis*

Coliphages somatiques

Phages ARN F-spécifiques



Les virus nus sont plus résistants que les virus enveloppés dans l'environnement

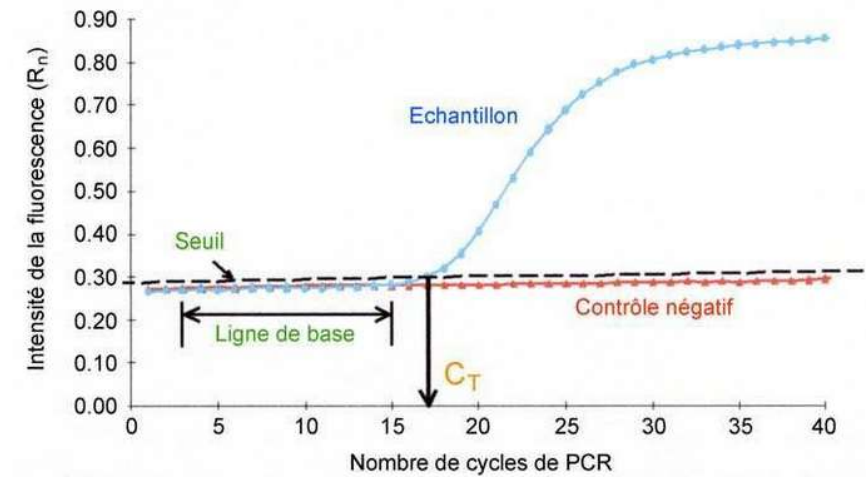
Gantzer et Boudaud, 2015



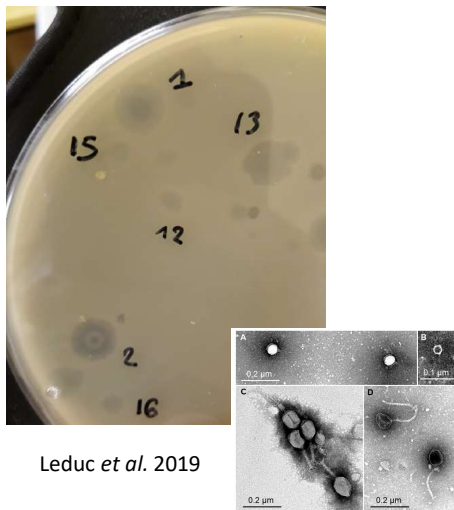
Ackermann H. *Virologie* (2001)

Méthodes de détection

- **RT-PCR** : détection du génome viral
= virus infectieux ou non
- **Culture cellulaire** (LNSB3 pour SARS-CoV-2) :
= virus infectieux

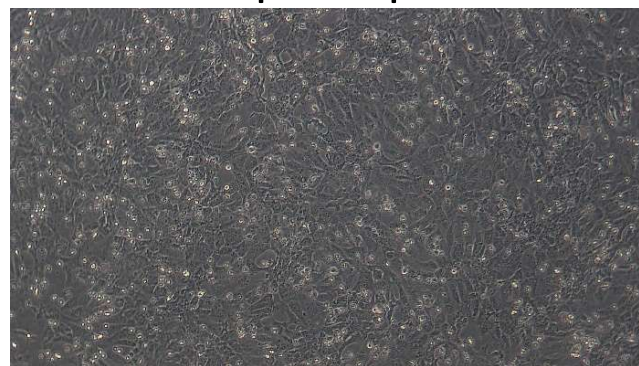


https://www.researchgate.net/figure/Principe-de-la-quantification-par-PCR-en-temps-reel-Pour-chaque-echantillon-teste-une_fig5_281696844



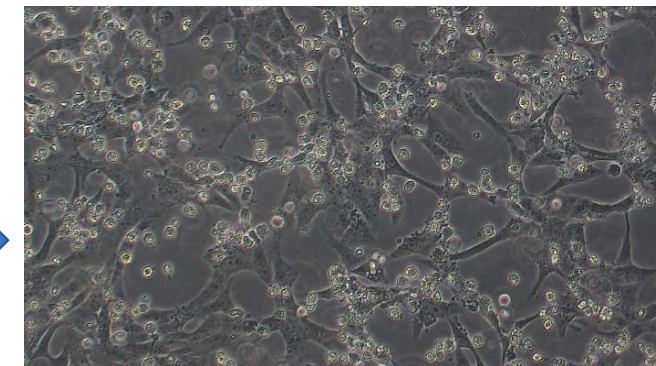
Leduc *et al.* 2019

Complexe pour certains virus (Norovirus enteroïdes ou poisson zèbre, LNSB3 pour SARS-CoV-2)



Uninfected (M.O. x10)

3-7 jours / 37°C



Strain 2 CH (M.O. x20)

Photo M. Varbanov *et al.* 2020 (L2CM/CHRU/LCPME)

OMS : plan d'éradication de la poliomyélite (1988)

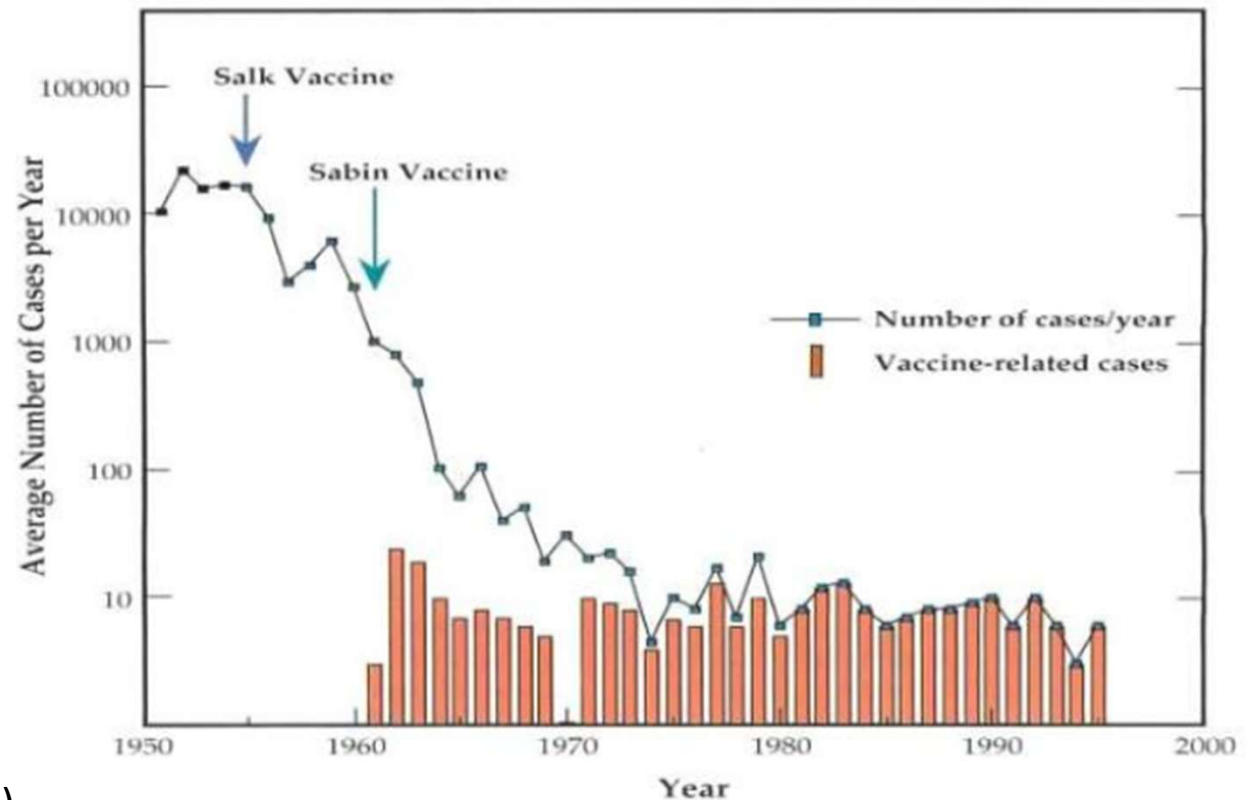
- Généralisation des vaccins inactivés (VPI) et oraux (VPO)
- Depuis 2000 : > 10 milliards de doses administrées à 3 milliards d'enfants = 10 millions de cas de poliomyélite évités (recul de 99%).
- En France : 1958 VPI, 1962 VPO, 1992 arrêt VPO...



Jonas Salk 1954 : vaccin injectable (VPI)



Albert Sabin 1966 : vaccin atténué oral (VPO)



Effets des vaccins

- Eradication Europe (2002)
- Eradication mondiale des souches sauvages : type 2 en 2015, type 3 en 2019.
Type 1 (33 cas en 2018) présent dans au moins deux pays en 2023
- Poliovirus dérivé d'une souche vaccinale (PVDVc) : en général circulation de la souche pendant plus d'un an dans une population à l'immunité faible
- Flambées épidémiques de PVDVc dans 21 pays (90% type 2)
- VPO bivalent (2016)
- En 2020, 959 cas humains de PVDVc2 dans le monde (27 pays)

	VPI	VPO
• Stimule la réponse IgG dans le sang	Oui	Oui
• Stimule la réponse IgA dans l'intestin	Non	Oui
• Durée de l'immunité	Moyenne	Longue
• Coût	Elevé	Faible
• Voie d'administration	Injection	Orale
• Equipe qualifiée nécessaire	Oui	Non
• Possible transmission communautaire	Non	Oui
• Possible mutation vers neurovirulence → Poliomyélite paralytique associée au vaccin (PPAV)	Non	Oui
• Contre-indiqué en cas d'immunodépression ou de grossesse	Non	Oui

VPO = Vaccin de l'éradication

VPO : vaccin poliovirus oral

VPI : vaccin poliovirus injectable

Surveillance du poliovirus dans les eaux usées

Epidemiol. Infect. (2001), 127, 101–106. © 2001 Cambridge University Press
DOI: 10.1017/S0950268801005787 Printed in the United Kingdom

Poliovirus surveillance by examining sewage specimens. Quantitative recovery of virus after introduction into sewerage at remote upstream location

T. HOVI¹*, M. STENVIK¹, H. PARTANEN¹ AND A. KANGAS²

¹ Enterovirus Laboratory, WHO Collaborating Centre for Reference and Research on Poliomyelitis, National Public Health Institute (KTL), Helsinki, Finland

² Helsinki Water, City of Helsinki, Finland

(Accepted 13 March 2001)

SUMMARY

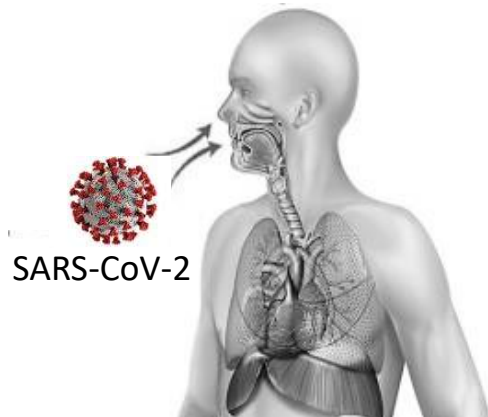
In order to assess the feasibility of environmental poliovirus surveillance, known amounts of poliovirus type 1, strain Sabin, were flushed into the sewage network of Helsinki. Grab specimens collected at a remote downstream location and concentrated about a 100-fold revealed infectious poliovirus on four successive days in all three separate experiments. As for concentration, a simple two-phase separation method was found to be at least as useful as a several-fold more resource-demanding polyethylene glycol (PEG) precipitation method. Recovery of the introduced virus was remarkably high (more than 10%). Using the current system, it might be possible to detect poliovirus circulation in a population of 700 000 people by examining a single 400 ml sewage specimen, if 1 out of 10 000 inhabitants were excreting the virus. It is concluded that environmental surveillance is a sensitive approach to monitor silent poliovirus circulation in populations served by a sewage network.

Approche sensible pour évaluer la circulation du virus dans la population desservie

En 2020, 411 échantillons environnementaux positifs pour le PVDVc2 ont été signalés à l'échelle mondiale dans 27 pays

Hovi *et al.*, 2001

Origine du réseau OBEPINE



COVID-19

Cas asymptomatiques
(approx. 60% des cas)

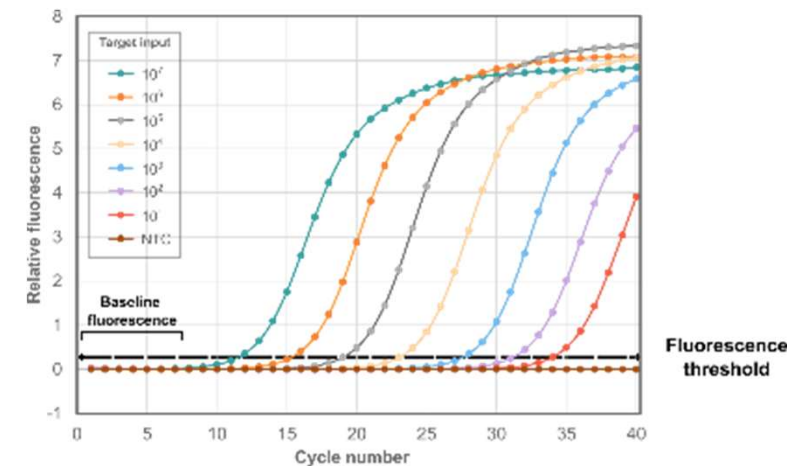
Epidémiologie via les
eaux usées (WBE) ?

Excrétion fécale

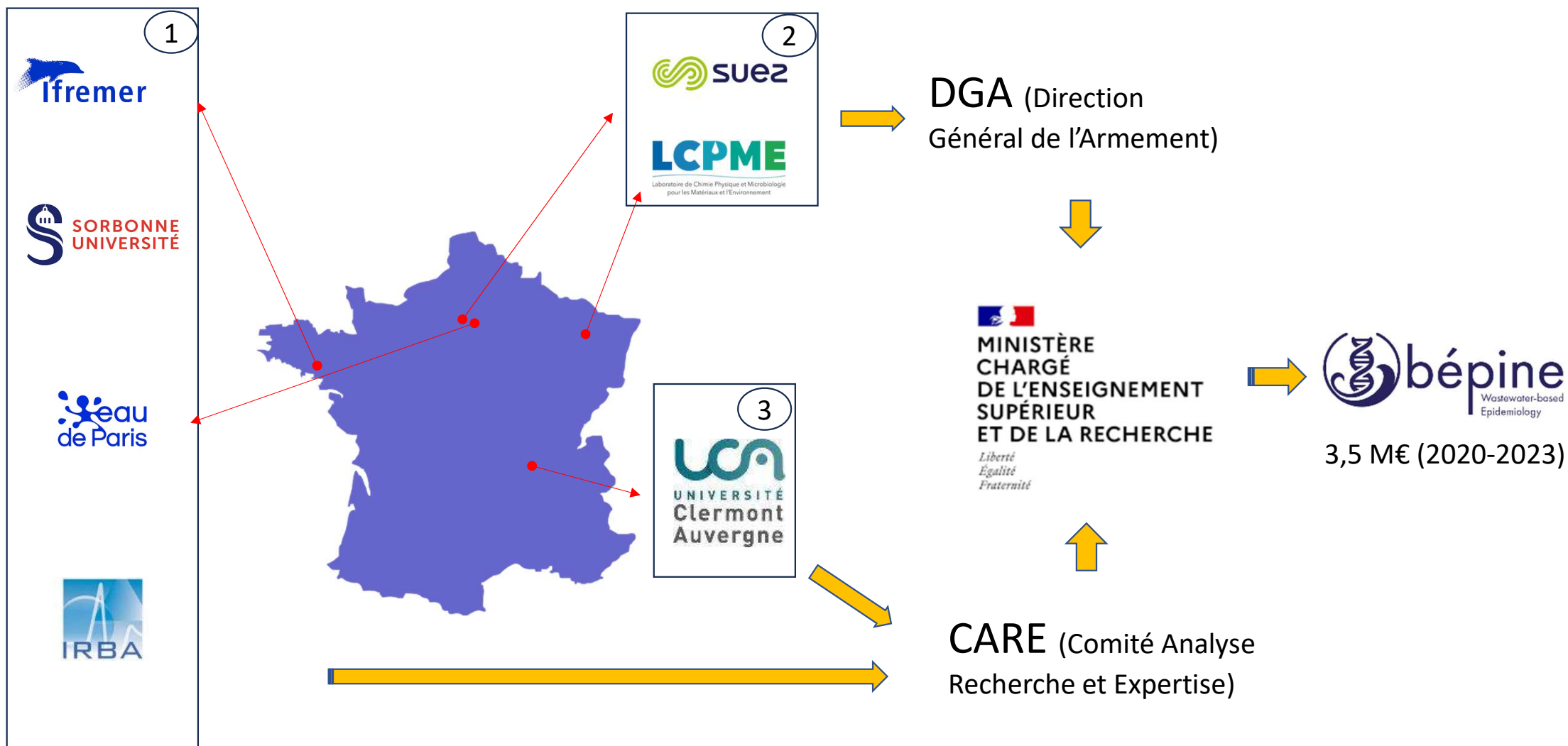


Stations d'épuration

Medema et al. Environ. Sci. Technol. Lett. 2020, 7, 511–516

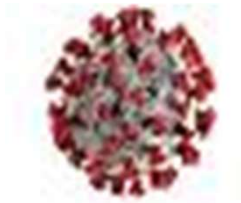


Origine du réseau OBEPINE : Trois projets soumis

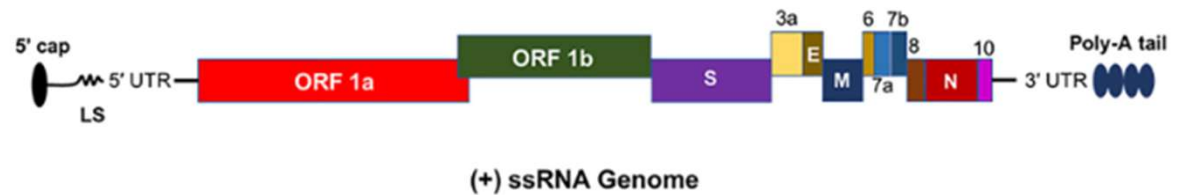


OBEpine : Feuille de route

Nouvelle cible



Virus enveloppé (100 nm)
ARN 30 kb



- Méthodes de quantification du génome viral dans les eaux usées
- Echantillonnage
- Modèle mathématique (variation, prédiction)
- Preuve de concept : intérêt de l'épidémiologie par les eaux usées (WBE) pour le SARS-CoV-2
- Transfert aux agences publiques

Quantification du SARS-CoV-2 dans les eaux usées

5 mL
direct



11 mL
Ultracentrifugation
(UC)



100 mL
Précipitation
(PEG)



> 100 mL
Ultrafiltration
(UF)

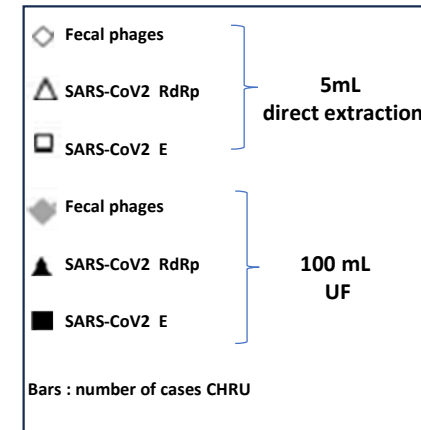
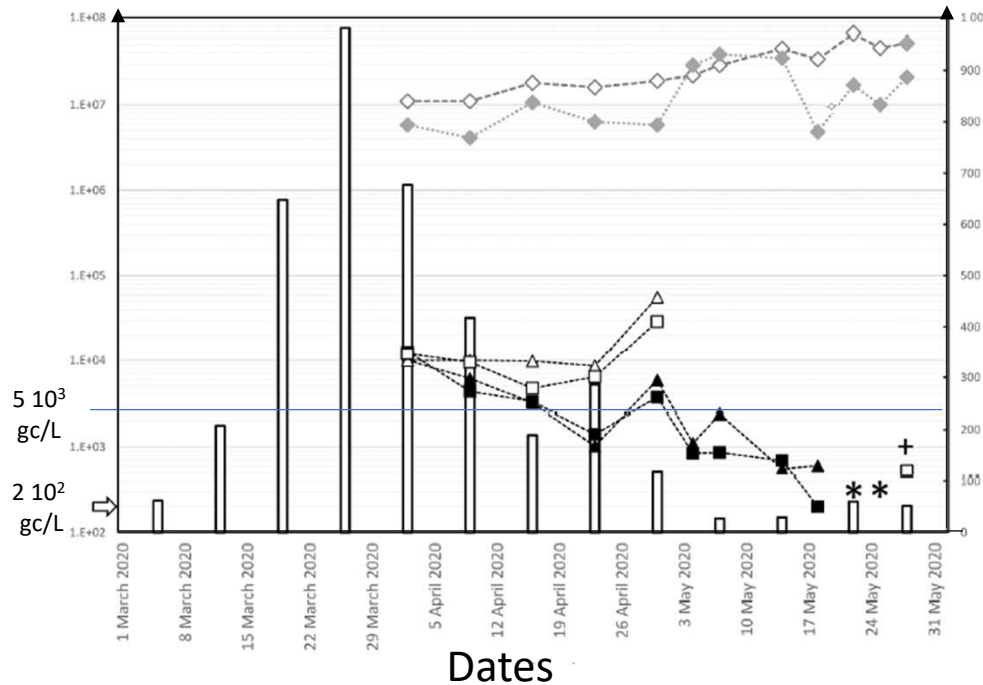


Extraction ARN et
RT-qPCR

De 0 à 10^6 cg/L
d'eaux usées

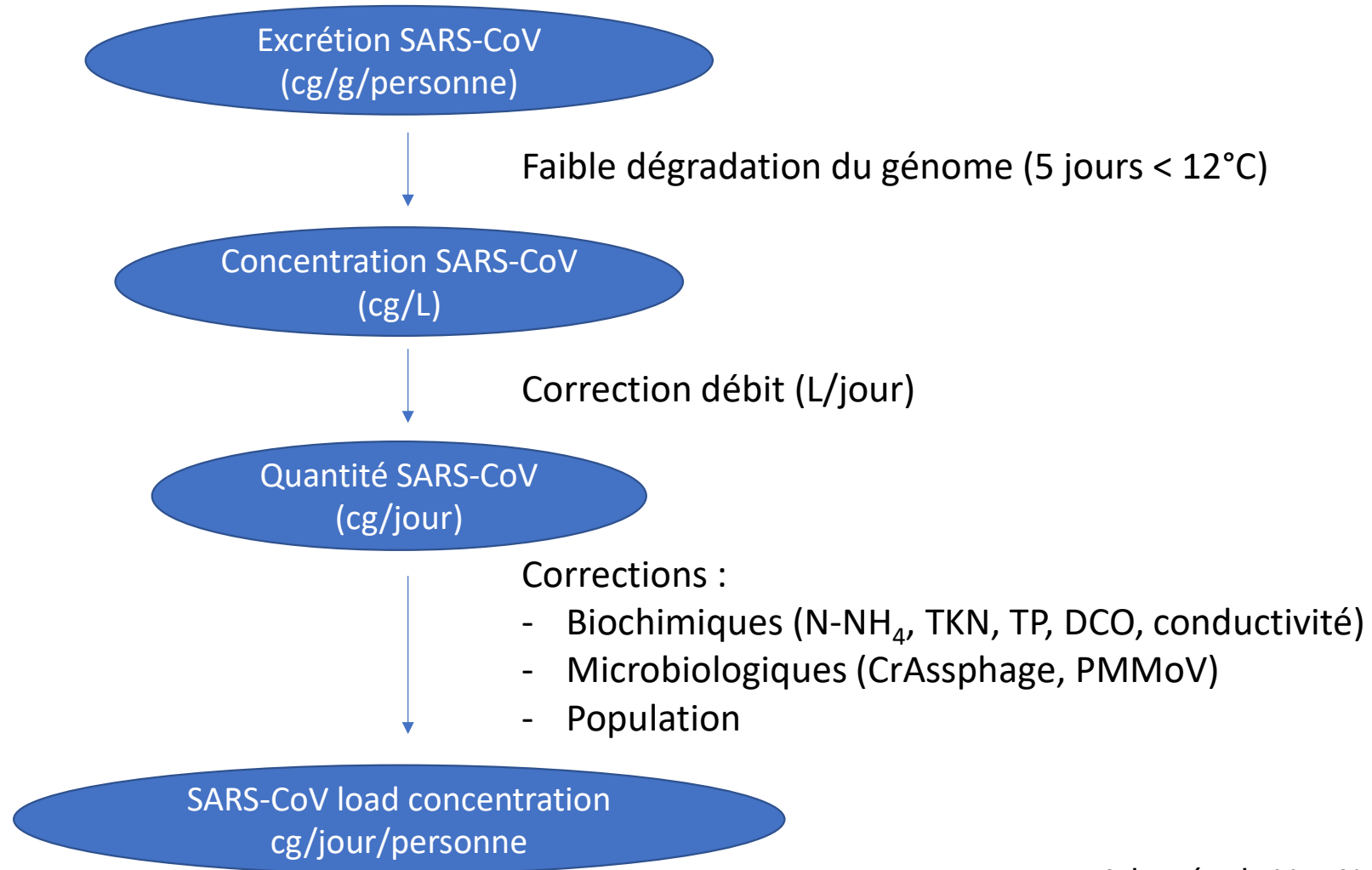
Copies de génomes (cg) /L

Nombre de cas



Bertrand *et al.*, 2021 ; Chaqroun *et al.*, 2024

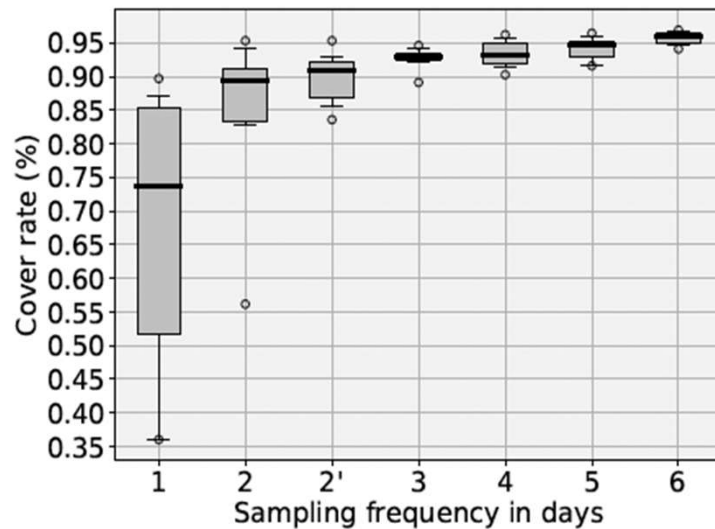
Normalisation des données



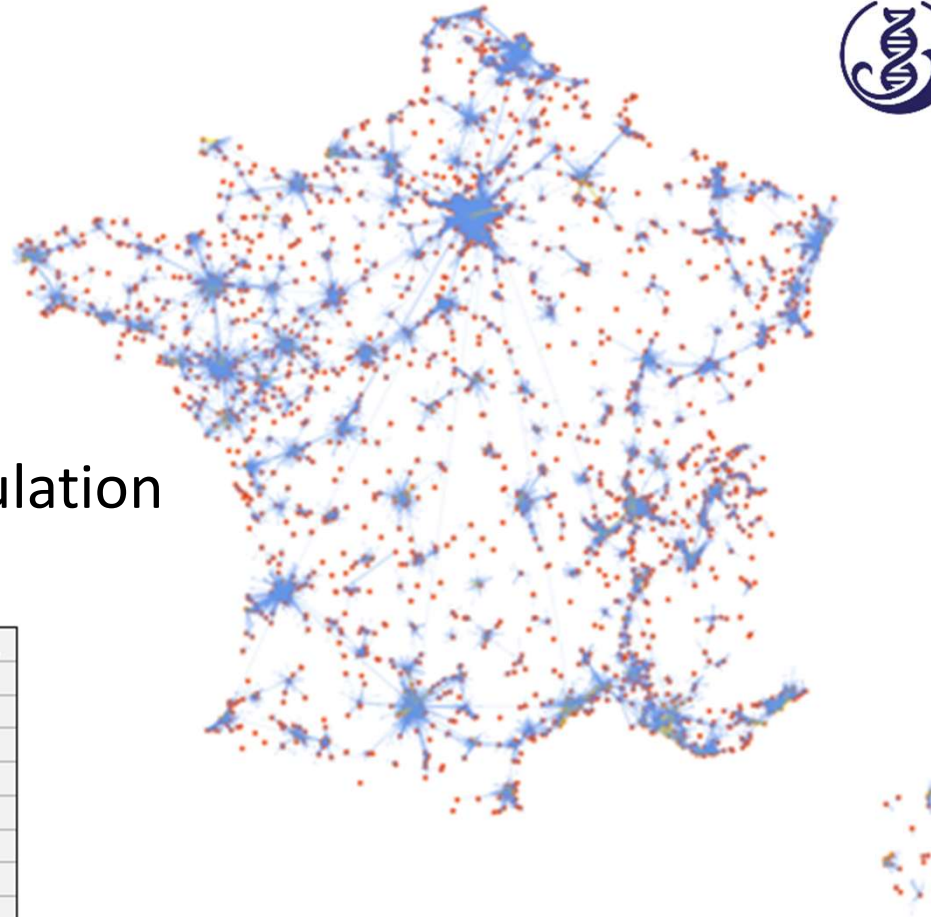
Adaptée de Van Nuijs *et al.*, 2011

Echantillonnage

- 40 critères (population, industries, tourisme, universités, aéroports...)
- 200 stations ₍₂₂₇₀₄₎ = 40% de la population



2' : au moins 2 jours de séparation entre les échantillons



- Deux échantillons composites de 24 heures / semaine

Modèle mathématique

- Concentration d'ARN normalisée

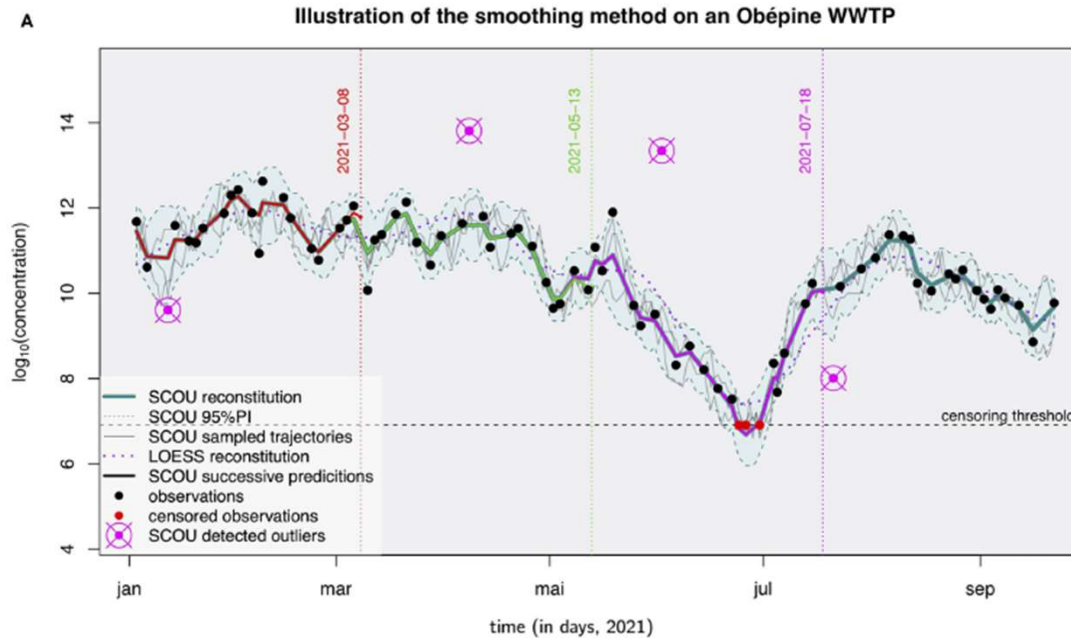
Volume of
wastewater
reaching the WWTP

Function of ammonium, DOC and conductivity
concentrations, normalized by their mean dry
weather value

$$C_t = (C_{0,t})_1 \times \left(\frac{V_t}{V_0}\right)_2 \times \left(\frac{Poll_0}{Poll_t}\right)_3$$

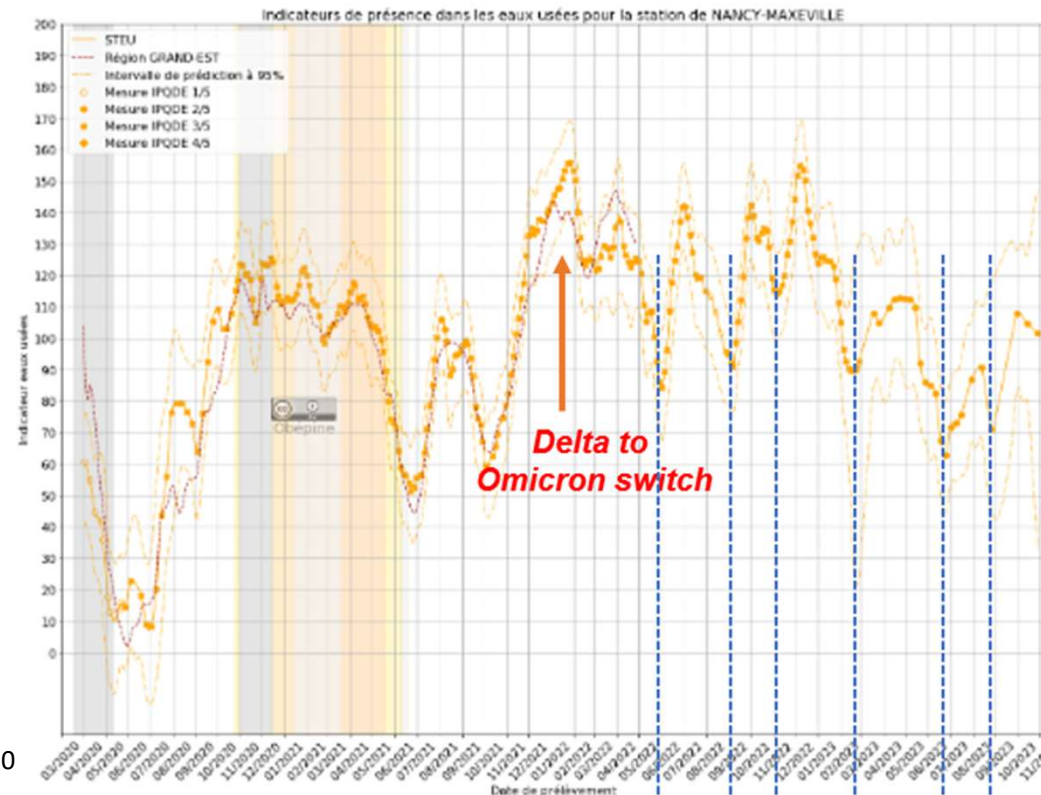
Different quality
indexes

- Algorithme de lissage (Kalman)

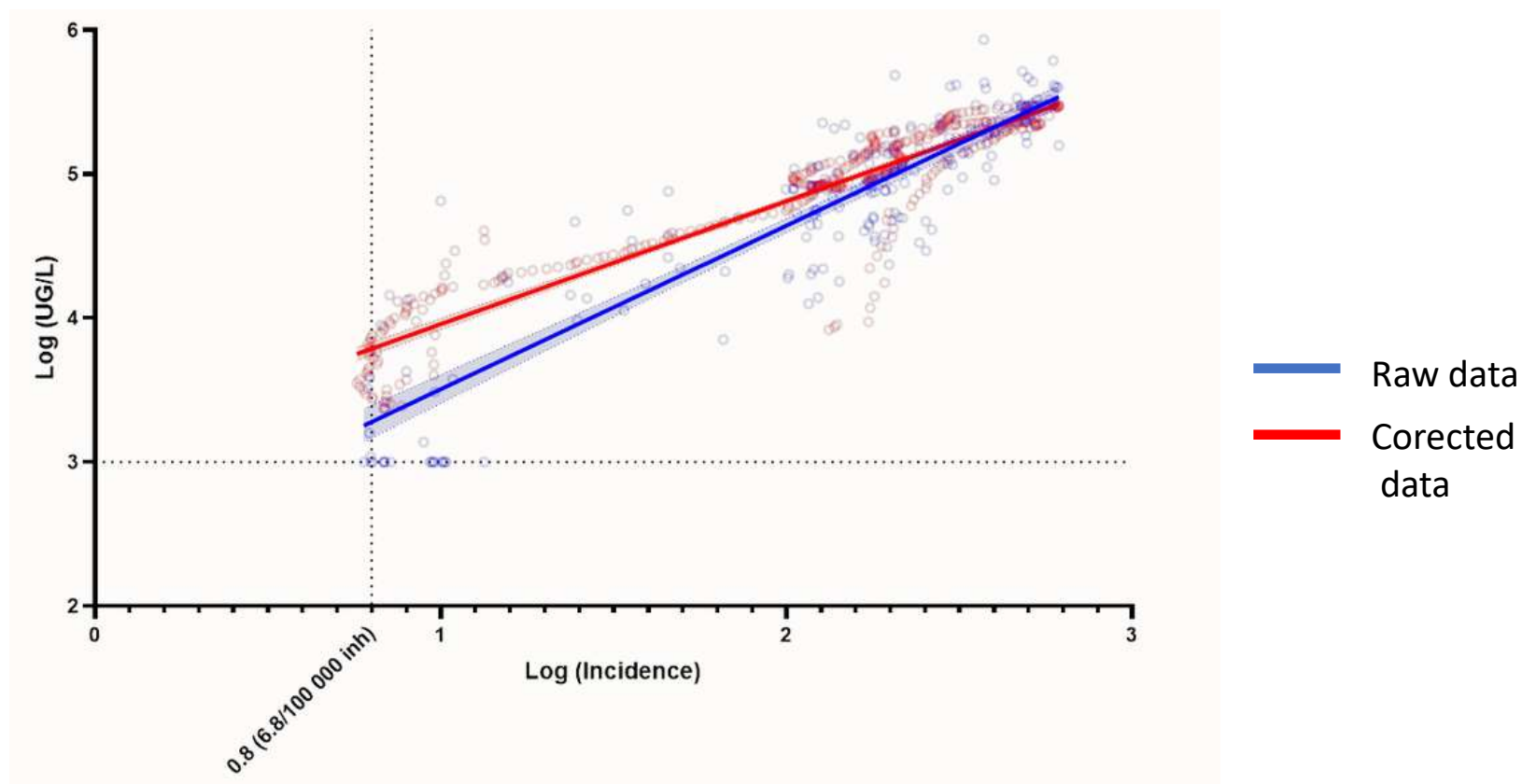


SARS-CoV-2 à Nancy

Efficacité des
confinements et les
différentes vagues



Lien avec l'incidence

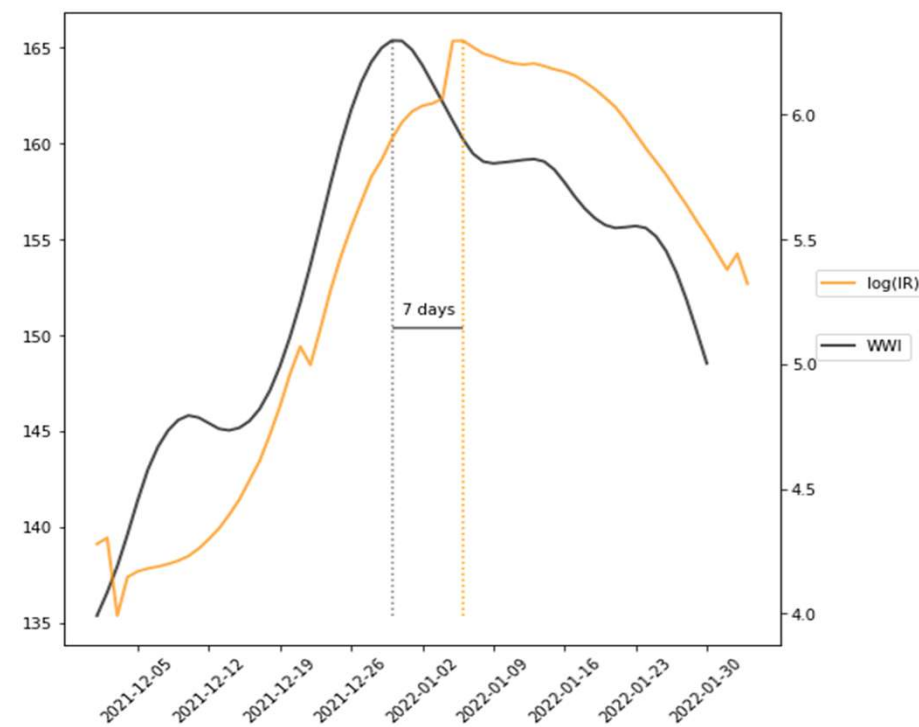
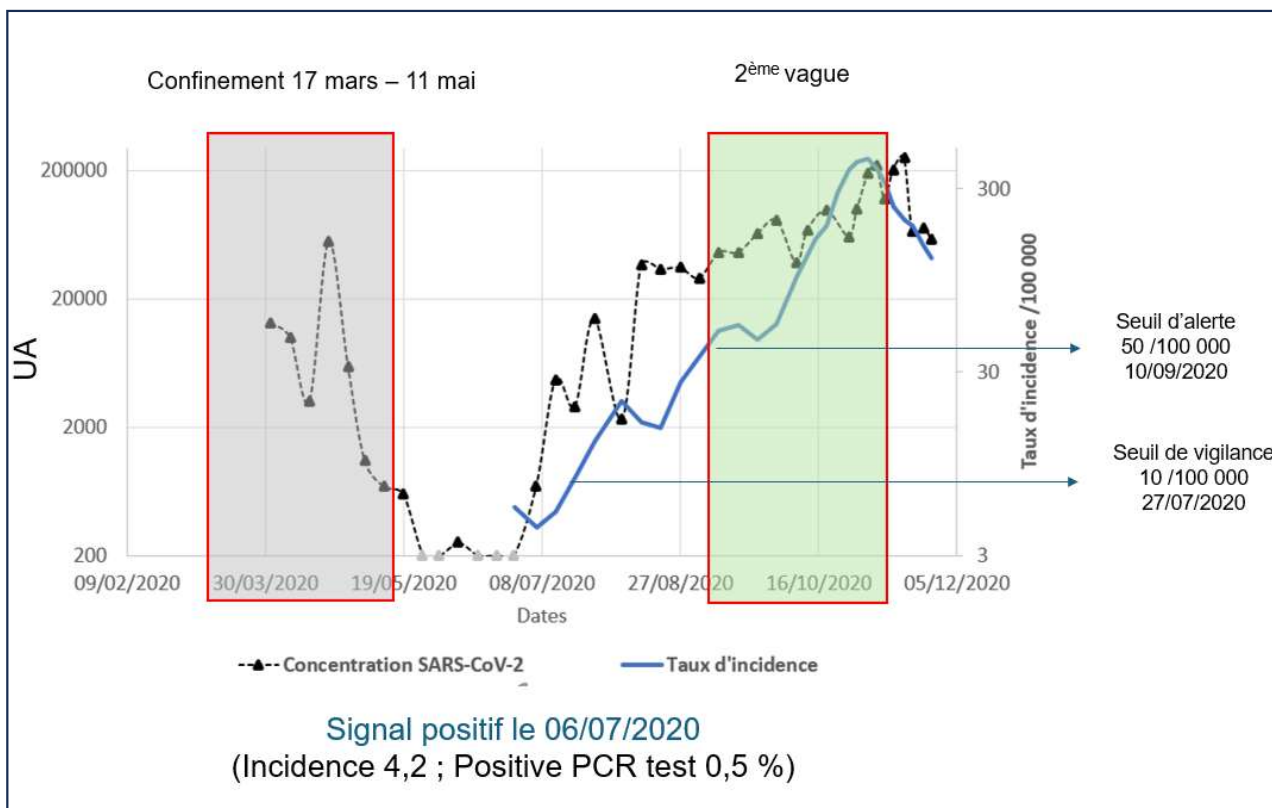


- Relation directe avec l'incidence (Tests individuels)
- Limite de détection 6,8/100 000

Indicateur précoce

Vagues 1-2 à Nancy (valeurs brutes)

Vague 5 à Paris (Modèle)



Augmentation de 0 à 10 jours avant l'incidence

Bertrand *et al.*, 2021 ; Wurtzer *et al.*, 2020

Surveillance du porte-avions Charles de Gaulle



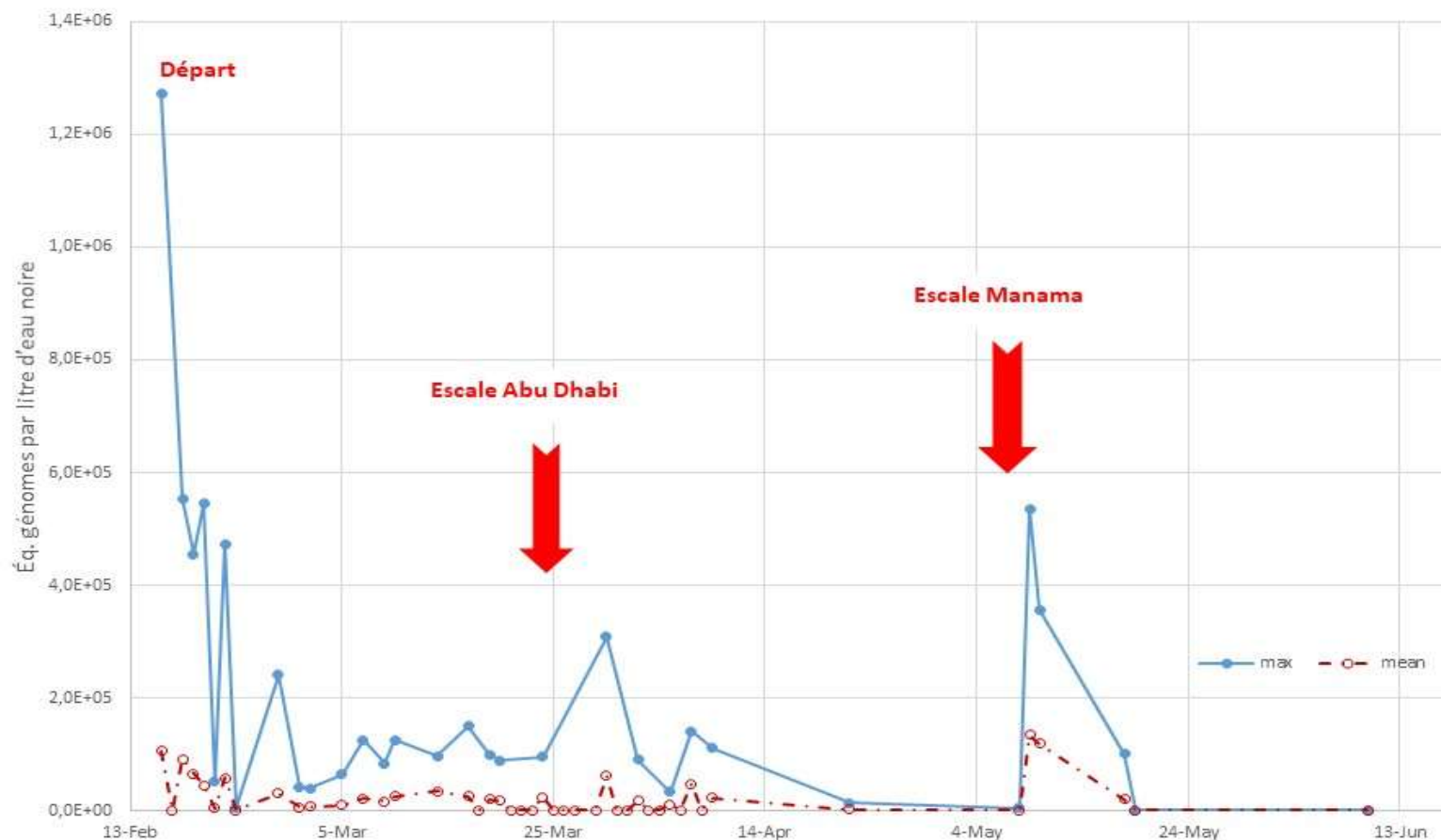
© Marine nationale

- Surveillance quotidienne des eaux usées du porte-avions.
- Mission de Janvier 2021 (Wuhan + Alpha).



Mission Janvier 2021

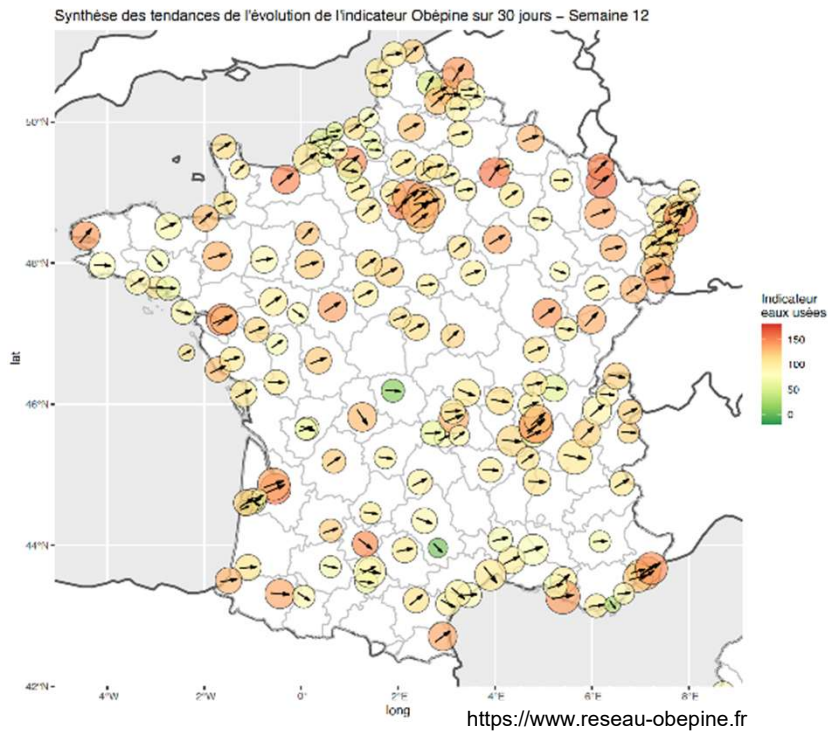
Surveillance du
SARS-CoV-2
dans les eaux usées du
porte-avions



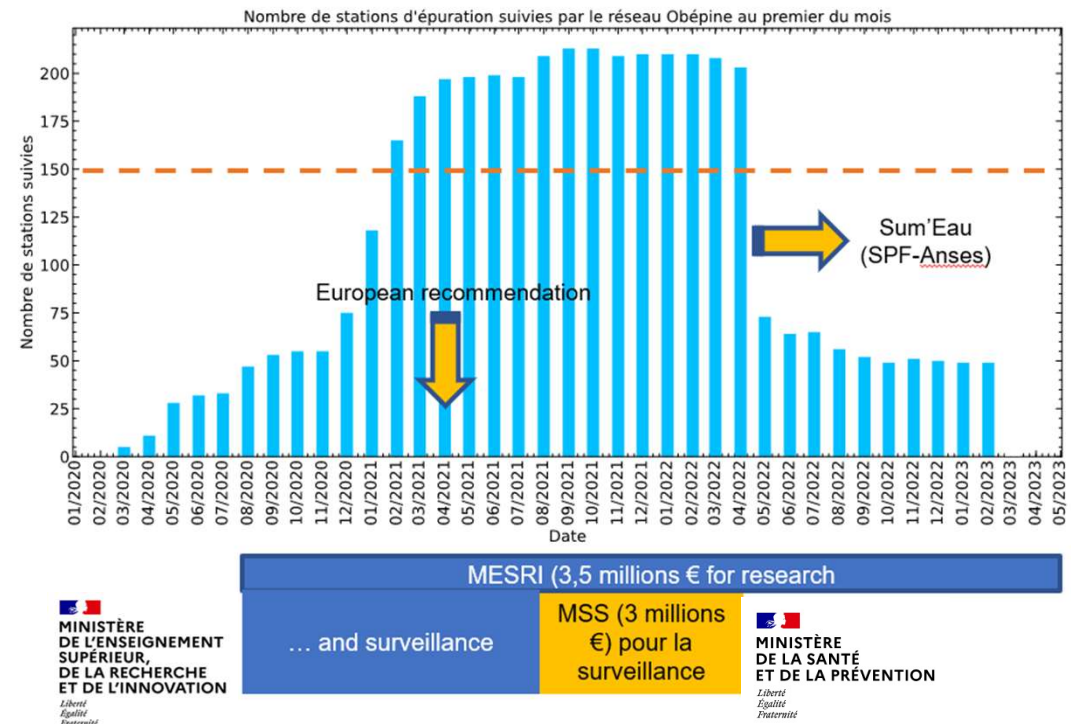
- SARS-CoV-2 dans les eaux usées.
- Les concentrations augmentent après chaque escale puis déclinent progressivement.

Surveillance et transfert

Tendance en temps réel



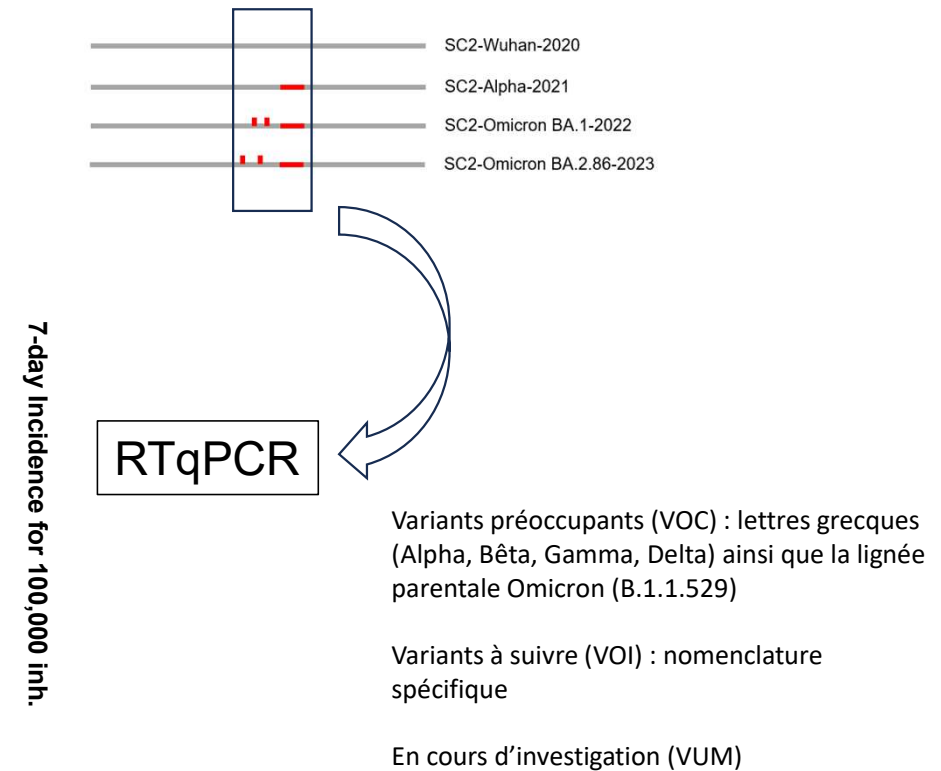
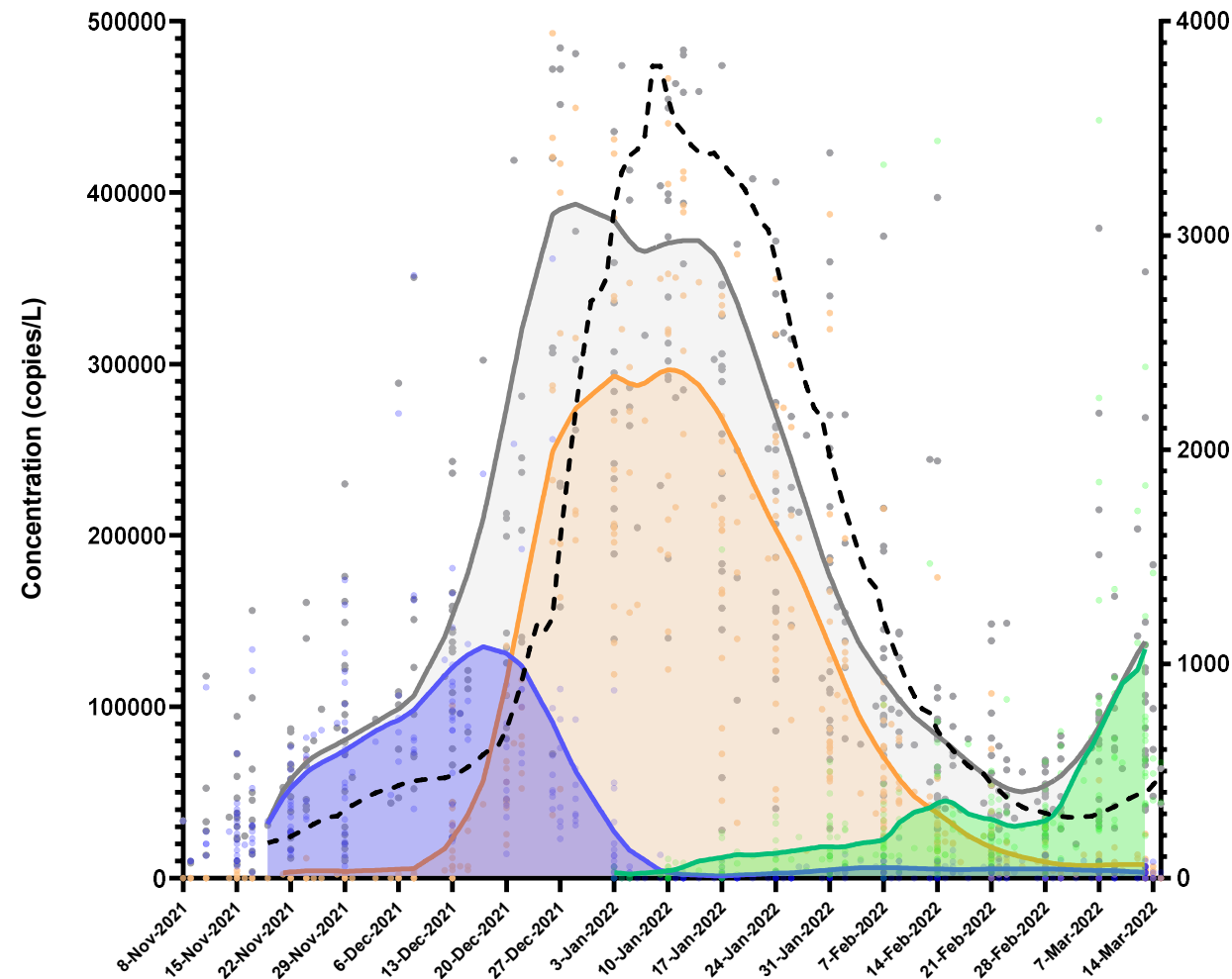
Transfert aux agences



- 200 rapports/semaine -> Mai 2022.
- Surveillance de 40% de la population (330 k€/month) : 1000 fois moins cher que les tests individuels.

Dynamique des variants : recherche ciblée

Novembre 2021 à Mars 2022



S:L452R (Delta)
S:del69-70 (Omicron BA.1)
NSP6:D61L (Omicron BA.2)

Dynamique des variants : Séquençage

Difficultés : concentrations faibles et inhibiteurs



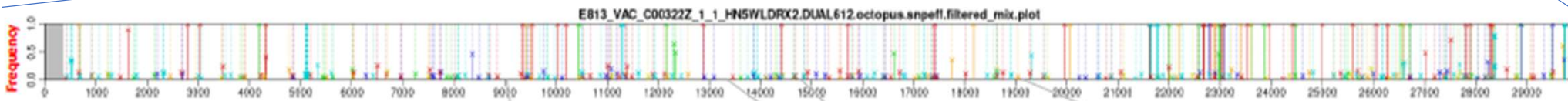
Concentration par UF

- 500 mL eaux usées
- Extraction
- Séquençage

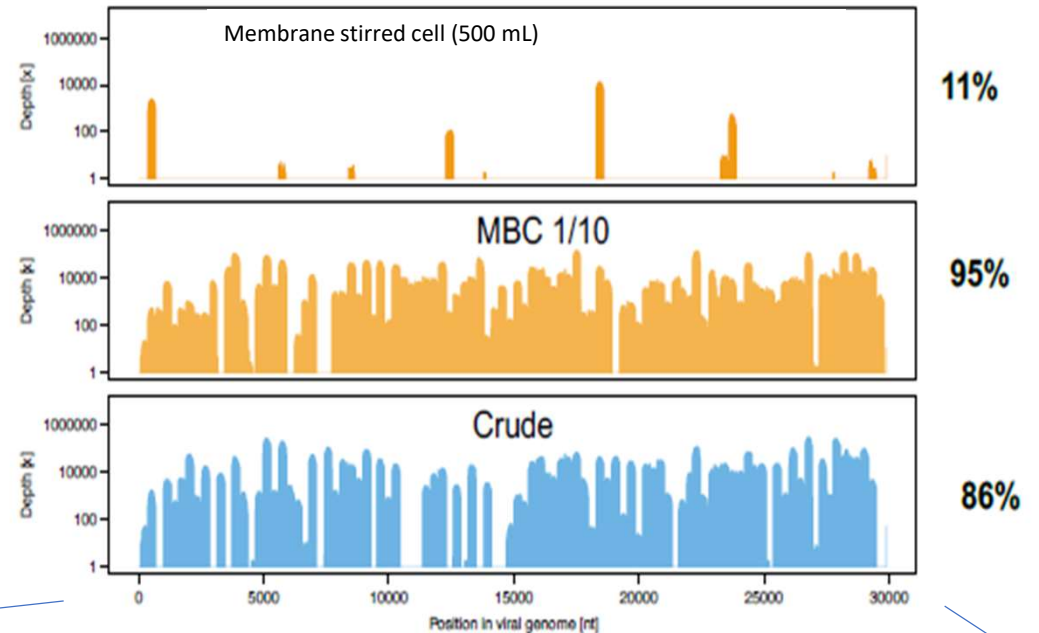
Rendement :

SARS-CoV-2: $51 \pm 24 \%$

FRNAPH-GGII: $57 \pm 28 \%$



Breadth of coverage



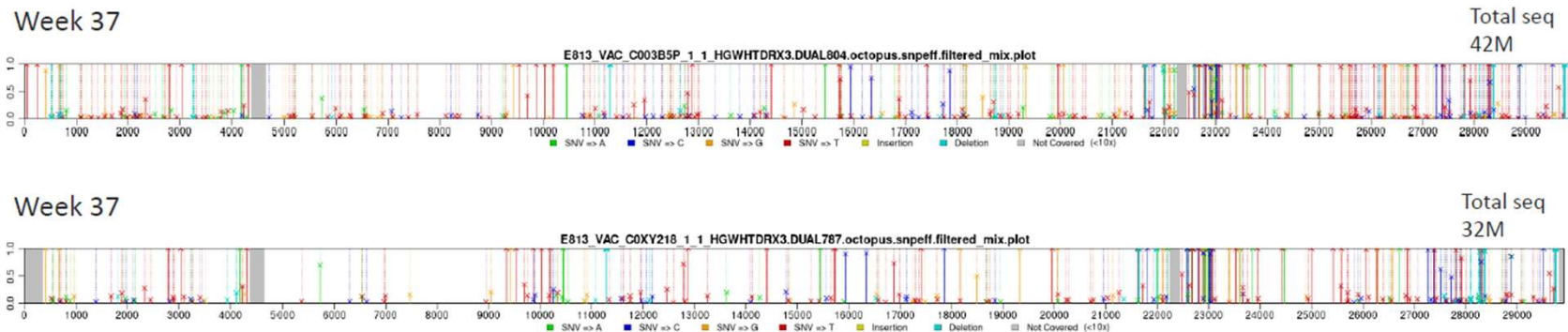
Cible : > 95% en couverture et > 20 000 en profondeur

El soufi *et al.*, 2024 ; Chaqroun *et al.*, 2024

Dynamique des variants : Séquençage

Le variant BA.2.86 (VUM) est-il en émergence ?

Qualité du séquençage : couverture ~98% et profondeur > 20 000 : 200 mL of wastewater



Septembre 2023 : 5 eaux métropole + 2 eaux Guyane

- Variant EG.5 (Eris) prédominant
- Faible présence of BA.2, BN.1, CH.1.1, etc.
- Absence variant BA.2.86 (Pirola)

Autres alertes : Poliovirus dérivé du vaccin

Epidemiology and Infection

www.cambridge.org/hyg

Original Paper

Cite this article: Kasstan B, Mounier-Jack S, Chantler T, Masters N, Flores SA, Stokley S, Meek H, Easton D, De Luna-Evans T, Souto M, Punjabi C, Ruppert PS, Rosenberg E and Routh J (2023). Poliovirus outbreak in New York State, August 2022: qualitative assessment of immediate public health responses and priorities for improving vaccine coverage. *Epidemiology and Infection*, **151**, e120, 1–10 <https://doi.org/10.1017/S0950268823001127>

Received: 21 April 2023
Revised: 01 July 2023
Accepted: 05 July 2023

Poliovirus outbreak in New York State, August 2022: qualitative assessment of immediate public health responses and priorities for improving vaccine coverage

Ben Kasstan^{1,2} , Sandra Mounier-Jack^{1,2}, Tracey Chantler^{1,2}, Nina Masters³, Stephen A Flores⁴, Shannon Stokley⁴, Haillie Meek^{3,5}, Delia Easton⁵, Tatiana De Luna-Evans⁶, Maria Souto⁶, Chitra Punjabi⁶, Patricia Schnabel Ruppert⁶, Eli Rosenberg⁵ and Janell Routh⁴

¹Department of Global Health and Development, London School of Hygiene & Tropical Medicine, London, UK; ²The Vaccine Centre, Department of Global Health and Development, London School of Hygiene & Tropical Medicine, London, UK; ³Centers for Disease Control and Prevention, Epidemic Intelligence Service, Atlanta, GA, USA; ⁴National Center for Immunization and Respiratory Diseases, Centers for Disease Control and Prevention, Atlanta, GA, USA; ⁵New York State Department of Health, Albany, NY, USA and ⁶Rockland County Department of Health, Pomona, NY, USA



<https://www.voanews.com/a/new-york-state-reports-1st-us-polio-case-in-nearly-a-decade/6668611.html>

- Un cas de paralysie chez un adulte non vacciné à New York (PDVc2) (2022)
- Détecté en septembre 2022 dans les eaux usées de Londres, USA et Israël
- Suivi en France (législation MOT) : Eau de Paris



<https://www.vax-before-travel.com/poliovirus-samples-detected-16-european-cities-2025-03-07>

Ben Kasstan *et al.*, 2022

Autres alertes : Mpox

Science of the Total Environment 933 (2024) 173108



Detection of mpox virus in wastewater provides forewarning of clinical cases in Canadian cities

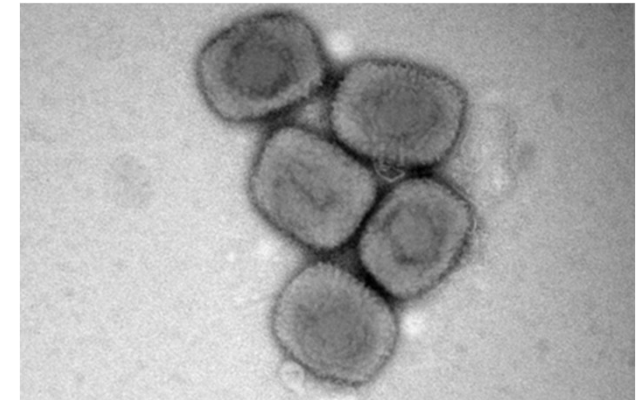
Edgard M. Mejia^{a,*,1}, Nikho A. Hizon^{a,1}, Codey E. Dueck^a, Ravinder Lidder^a, Jade Daigle^a, Quinn Wonitow^a, Nestor G. Medina^a, Umar P. Mohammed^a, Graham W. Cox^a, David Safronetz^{b,d}, Mable Hagan^b, Jim Strong^{b,d}, Anil Nichani^a, Michael R. Mulvey^{a,c,d}, Chand S. Mangat^{a,c,d}

^a Wastewater Surveillance Unit, Bacterial Pathogens, AMR, and Wastewater, National Microbiology Laboratory, Public Health Agency of Canada, Winnipeg, Manitoba, Canada

^b Special Pathogens Program, National Microbiology Laboratory, Public Health Agency of Canada, Winnipeg, Manitoba, Canada

^c Antimicrobial Resistance Nosocomial Infections, National Microbiology Laboratory, Public Health Agency of Canada, Winnipeg, Manitoba, Canada

^d Department of Medical Microbiology and Infectious Diseases, Max Rady College of Medicine, Rady Faculty of Health Sciences, University of Manitoba, Winnipeg, Manitoba, Canada



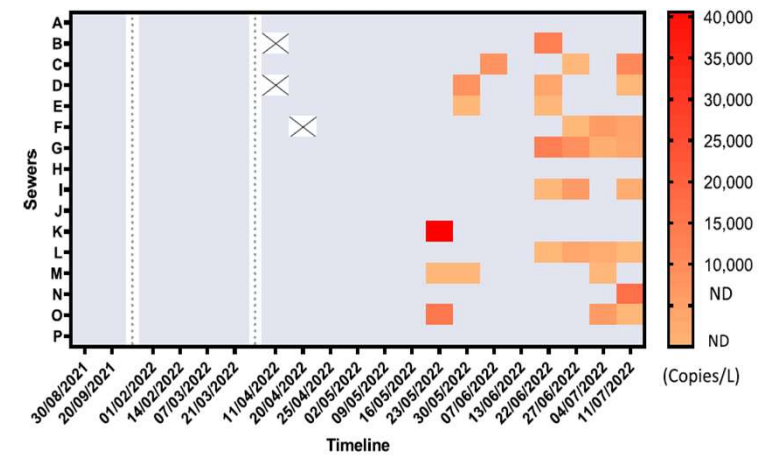
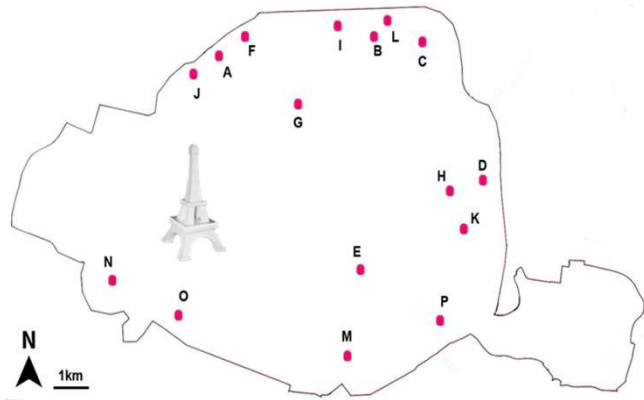
<https://www.pasteur.fr/fr/centre-medical/fiches-maladies/mpox-anciennement-variole-du-singe>

Poxviridae : ADNdb 200kb
Virus géants enveloppés : 0,2µm

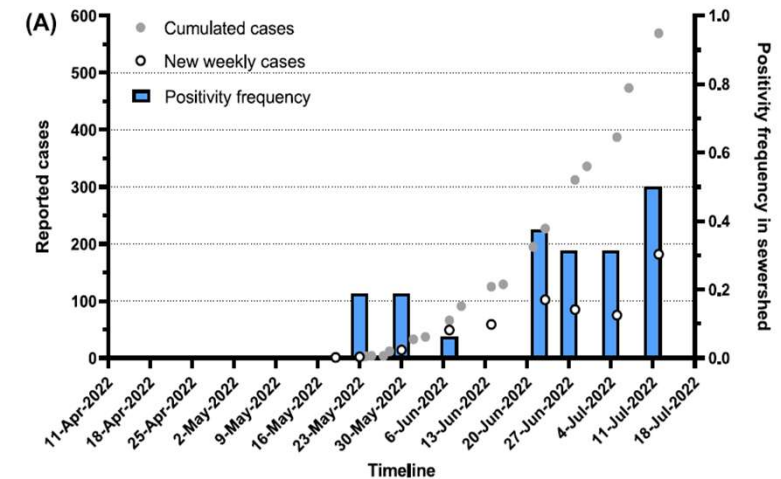
- Emergence mondiale en 2022 (propagation dans 75 pays non endémiques)
- Suivi en France (législation MOT) : Eau de Paris

Mejia *et al.*, 2024 ; Pozzetto *et al.*, 2024

Mpox dans les égouts de Paris



- Détection concomitante avec le premier cas
- Concentration dans les eaux usées en lien avec le nombre de cas
- Pas de circulation avant Mai 2022 (date d'introduction) : aquathèque



Wurtzer *et al.* (2022)

Les questions connexes : La transmission via le milieu hydrique est-elle possible ?

Science of the Total Environment 740 (2020) 140122



ELSEVIER

Contents lists available at ScienceDirect

Science of the Total Environment

journal homepage: www.elsevier.com/locate/scitotenv



Short Communication

Recreational waters – A potential transmission route for SARS-CoV-2 to humans?

Niamh Cahill, Dearbháile Morris*

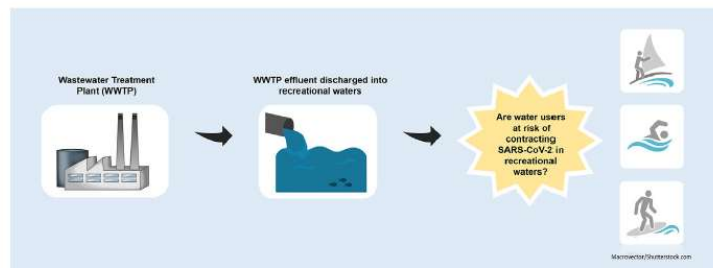
*Antimicrobial Resistance and Microbial Ecology Group, School of Medicine, National University of Ireland, Galway, Ireland
Centre for One Health, Ryan Institute, National University of Ireland, Galway, Ireland*



HIGHLIGHTS

- SARS-CoV-2 has been detected in faeces and wastewater in recent months.
- Wastewater is a potential dissemination route for SARS-CoV-2 to recreational waters.
- Limited data on the presence and viability of SARS-CoV-2 in water bodies exists.
- The risk of SARS-CoV-2 exposure to recreational water users is believed to be low.
- Further research investigating SARS-CoV-2 in recreational waters is required.

GRAPHICAL ABSTRACT



Travailleurs de l'assainissement

Rejets des eaux usées traitées ou épandage des boues résiduelles

Cahill and Morris, 2020

Utilisation de bioconcentrateurs

Eaux usées



SARS-CoV-2 :
jusqu'à 10^6 - 10^7 cg/L



Dreissènnes : sortie de STEP



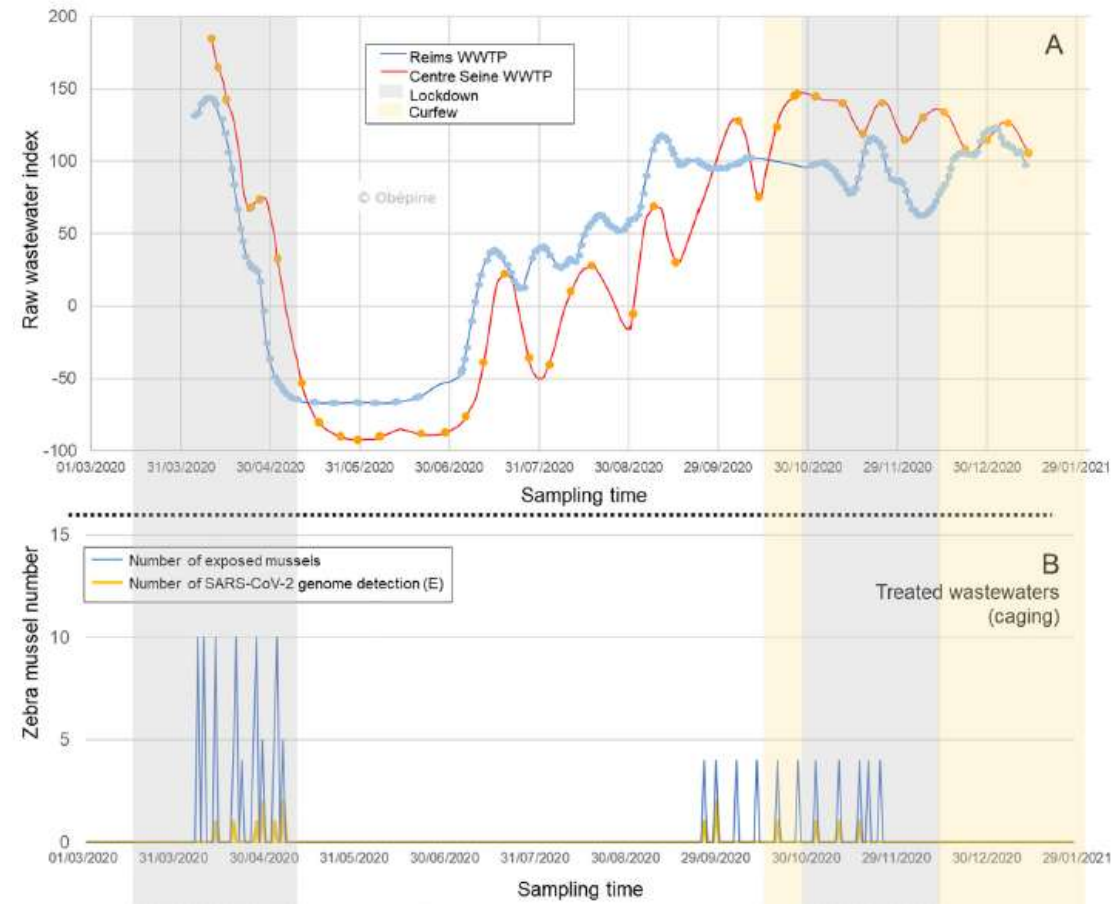
Présence
de génome



Huîtres (eaux de mer)

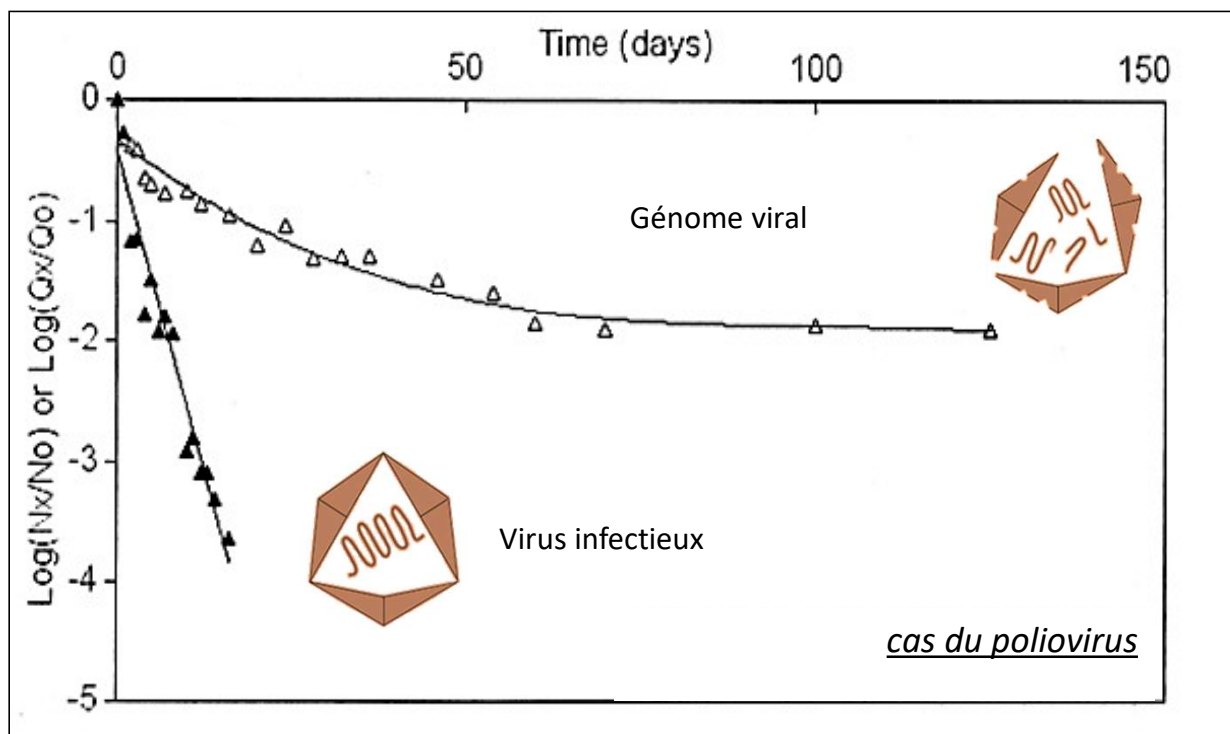


Absence
de génome



Le Guenic *et al.*, 2022 ; Desdouits *et al.*, 2021

Interprétation de la présence de génome



Poliovirus
Eau minérale
35°C

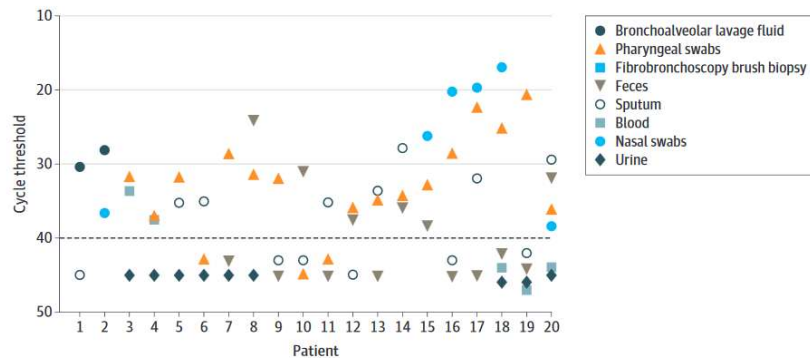
Similaire pour traitements UV, chlore, chaleur, dépuration fruits de mer...

Génome viral (RTqPCR) = absence d'information sur le caractère infectieux
Impossible d'estimer le risque viral ou l'efficacité d'un traitement

Gassilloud *et al.*, 2003 ; Simonet and Gantzer, 2006 ; Bertrand *et al.*, 2012 ; Hartard *et al.*, 2018

Caractère infectieux du SARS-CoV-2 dans l'environnement

Figure. Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 Distribution and Shedding Patterns Among 20 Hospitalized Patients



Twenty patients had 2 to 6 specimens collected simultaneously (Figure). Viral RNA was detected in single specimens from 6 patients (respiratory specimens, feces, or blood), while 7 patients excreted virus in respiratory tract specimens and in feces (n = 5) or blood (n = 2). Live SARS-CoV-2 was observed in the stool sample from 2 patients who did not have diarrhea.

Wang et al 2020

which can be released to the gastrointestinal tract. The continuous positive detection of viral RNA from feces suggests that the infectious virions are secreted from the virus-infected gastrointestinal cells. Recently, we and others have isolated infectious SARS-CoV-2 from stool (unpublished data, 2020), confirming the release of the infectious virions to the gastrointestinal tract. Therefore, fecal-oral transmission could be an additional route for viral spread. Prevention of fecal-oral transmission should be taken into consideration to control the spread of the virus.

Xiao et al 2020

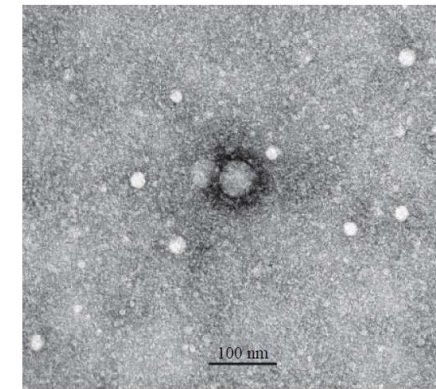


FIGURE 2. A virus particle with typical morphology of coronavirus was observed using electron microscopy after inoculating stool suspension into Vero cells.

Zhang et al 2020

1 publication de détection dans les urines (Sun et al. 2020)

SARS-CoV-1 : 7 publi dans les selles et 3 publi dans les eaux usées qui décrit la détection, pas de description de méthode, pas de contrôle +...

et aucune donnée quantitative...

2 publications européennes en Italie (Rimoldi et al., 2020) et Allemagne (Wolfel et al., 2020) : négatif pour l'infectieux dans selles et eaux usées.

Abattement des bactériophages dans les boues de stations de traitement des eaux usées

S. Lardy-Fontan, N. Guigues

En collaboration avec
C. Gantzer (Université de Lorraine/CNRS),
la FNCCR et la FP2E

RAPPORT D'ETUDE

Demandeur :	Laure Souillac, Adjointe à la sous directrice Sous direction de la protection et de la gestion de l'eau, des ressources minérales et des écosystèmes aquatiques Direction de l'eau et de la biodiversité Ministère de la transition écologique et solidaire 1 place Carpeaux 92055 La Défense Cedex
Date de la commande :	Commande n° 1405033489 du 7/05/2020
Objet :	20EARM06 – Ependage des boues non hygiénisées

La reproduction du présent document n'est autorisée que sous sa forme intégrale.
Il comporte 50 pages.

Boues résiduaires : Leçons de la Covid-19

- Fortes concentrations en génome de SARS-CoV-2 dans les eaux usées
- Risque de transmission durant ou après l'épandage
- Interdiction de l'épandage des boues non hygiénisées (arrêté du 20 avril 2020)
- Objectif : Démontrer que les traitements sont capables d'inactiver le virus
- Le caractère infectieux doit être pris en compte (problématique LNSB3, protocoles adaptés aux boues...)

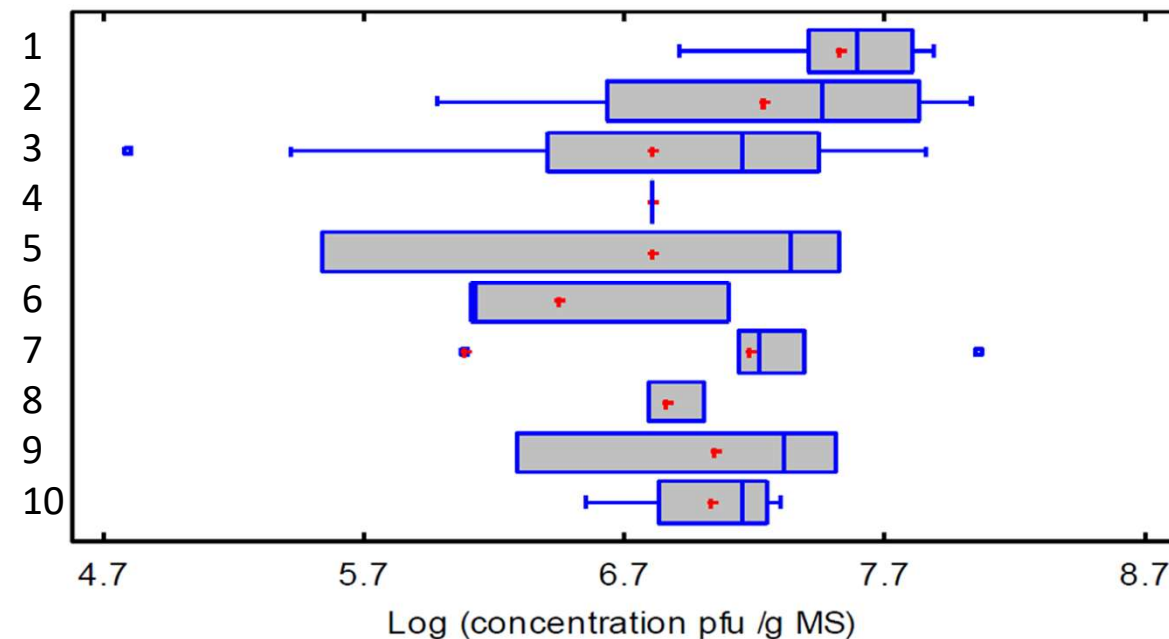
Utilisation des bactériophages fécaux comme
indicateur de terrain

Effacité des traitements des boues sur site

- Sélection des traitements (taille, localisation, types de traitements) : n=41
- Rendement des protocoles d'extraction : > 50 %
- Phages fécaux : coliphages somatiques (6,5 à 7,5 UFP/g MS)

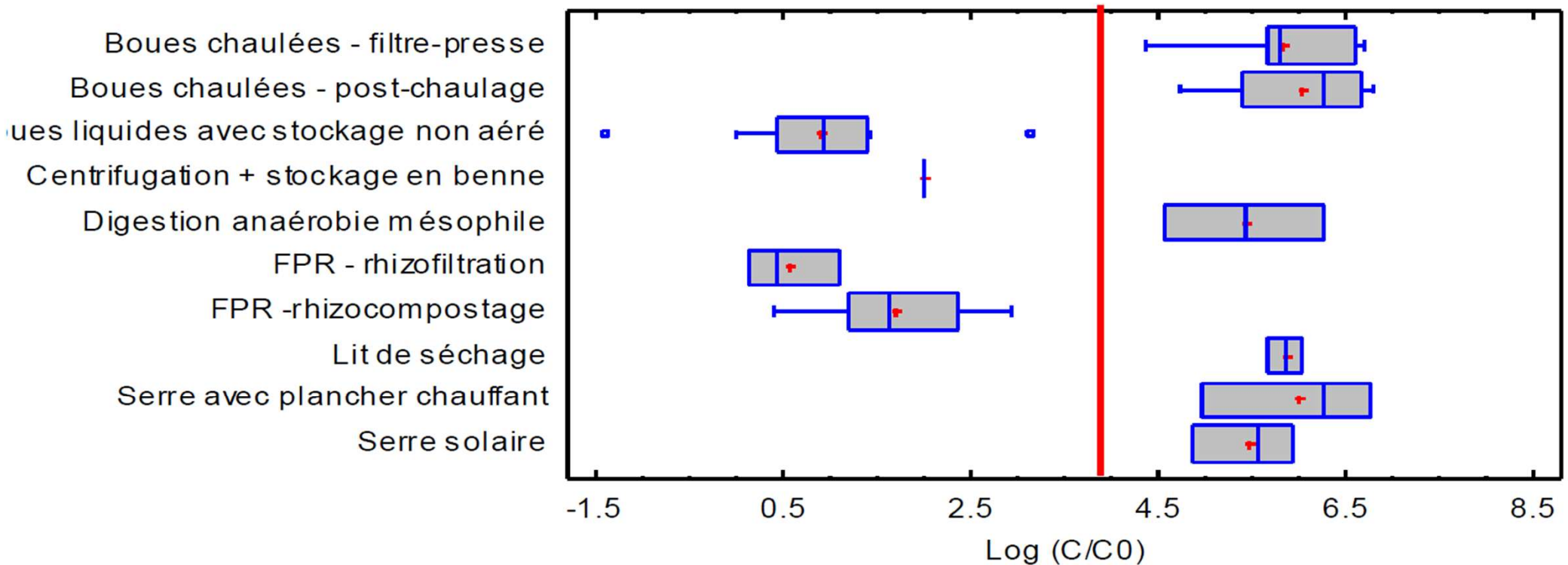
Concentrations en coliphages somatiques relativement stables avant le traitement

Boues liquides avant stockage - Coliphages somatiques



Abattement viral du traitement des boues : coliphages somatiques

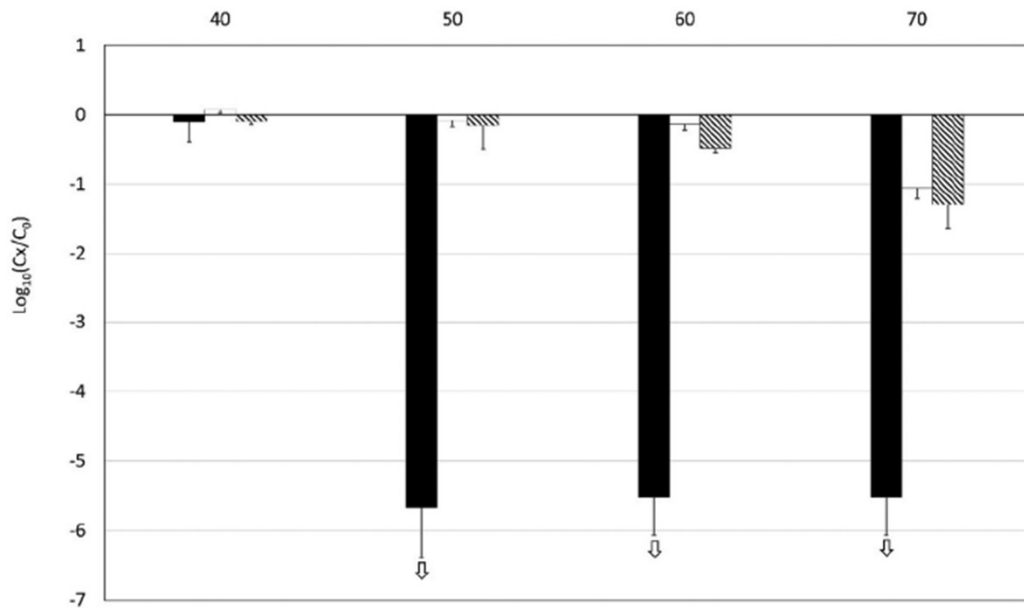
Abattement en coliphages somatiques



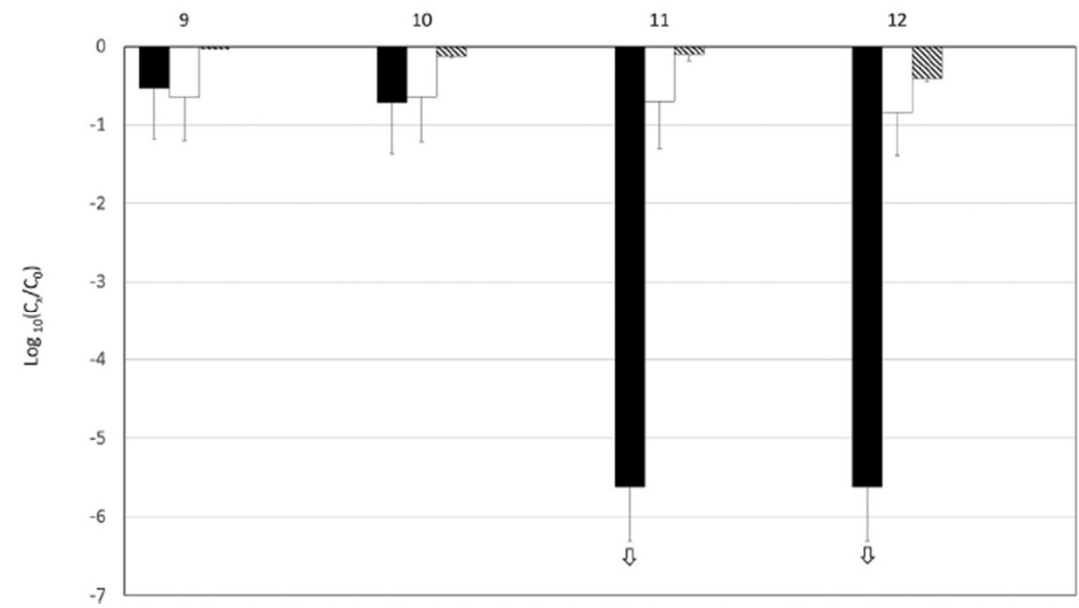
Chaulage, digestion anaérobie mésophile, lit de séchage, serre solaire/plancher chauffant : $> 4,5 \text{ Log}_{10}$

Résistance comparée des coliphages somatiques et du SARS-CoV-2 infectieux : pH et température

Température (30 min.)



pH (10 min.)



□ Génome SARS-CoV-2
(RT-qPCR)

■ SARS-CoV-2 infectieux
(culture cellulaire)

▨ Coliphages somatiques
infectieux

Résistance coliphages >> SARS-CoV-2 infectieux

Fin de l'interdiction de l'épandage des boues

- L'utilisation des coliphages somatiques est acceptable comme indicateur d'efficacité de traitement.
- Les boues obtenues par des traitements garantissant un abattement $> 4 \log_{10}$ en coliphages somatiques peuvent être épandues.



Le directeur général

Avis de l'Anses

Saisine n°2020-SA-0137

Saisines liées n°2020-SA-0037, 2020-SA-0043, 2020-SA-0056, 2020-SA-0058, 2020-SA-0068 et 2020-SA-0069

Maisons-Alfort, le 19 février 2021

AVIS **de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de** **l'alimentation, de l'environnement et du travail**

relatif au projet d'arrêté modifiant l'arrêté du 30 avril 2020 précisant les
modalités d'épandage de boues issues du traitement des eaux usées urbaines
pendant la crise de COVID-19

Conclusions



- Les outils de WBE sont disponibles pour le SARS-CoV-2
- La surveillance épidémiologique est possible en France (40% of the population) : SUM'EAU (ANSES et SPF)
- La recherche de virus dans les eaux usées est souvent utile (> 70 pays) pour répondre à des questions précises :
 - Le confinement est-il efficace ?
 - Un variant/un virus émerge-t-il ?
 - Quand l'épidémie va t-elle démarrer ?
 - Les vaccins sont-ils efficaces ? ...

MAIS cela soulève de nombreuses autres questions :

- Existe-t-il un risque infectieux?
- Les traitements des eaux/boues sont-ils efficaces ?
- Points éthiques ...

Quels virus ? : SARS-CoV-2.... vaccine derived poliovirus... Mpox... human influenzae virus...hepatitis E virus....**virus X**



2024-2029 (10 M€)

Plateforme Une Seule Santé



Stratégie d'accélération des maladies infectieuses émergentes (MIE) et menaces nucléaire, radiologique, biologique et chimique (NRBC) (MN)

➤ Permettre des projets **R&D en WBE**

- Méthodes innovantes, stratégies et modèles utilisant des approches génomiques
- Plateformes partagées
 - Aquabank
 - P3 laboratoires (4) ouverts pour des projets WBE
 - Laboratoires dédiés à de la R&D moléculaire (SU Roscoff – IAGE)
 - Séquençage commun et plateforme de bio-mathématiques (SU, CNRGH, IPMC)

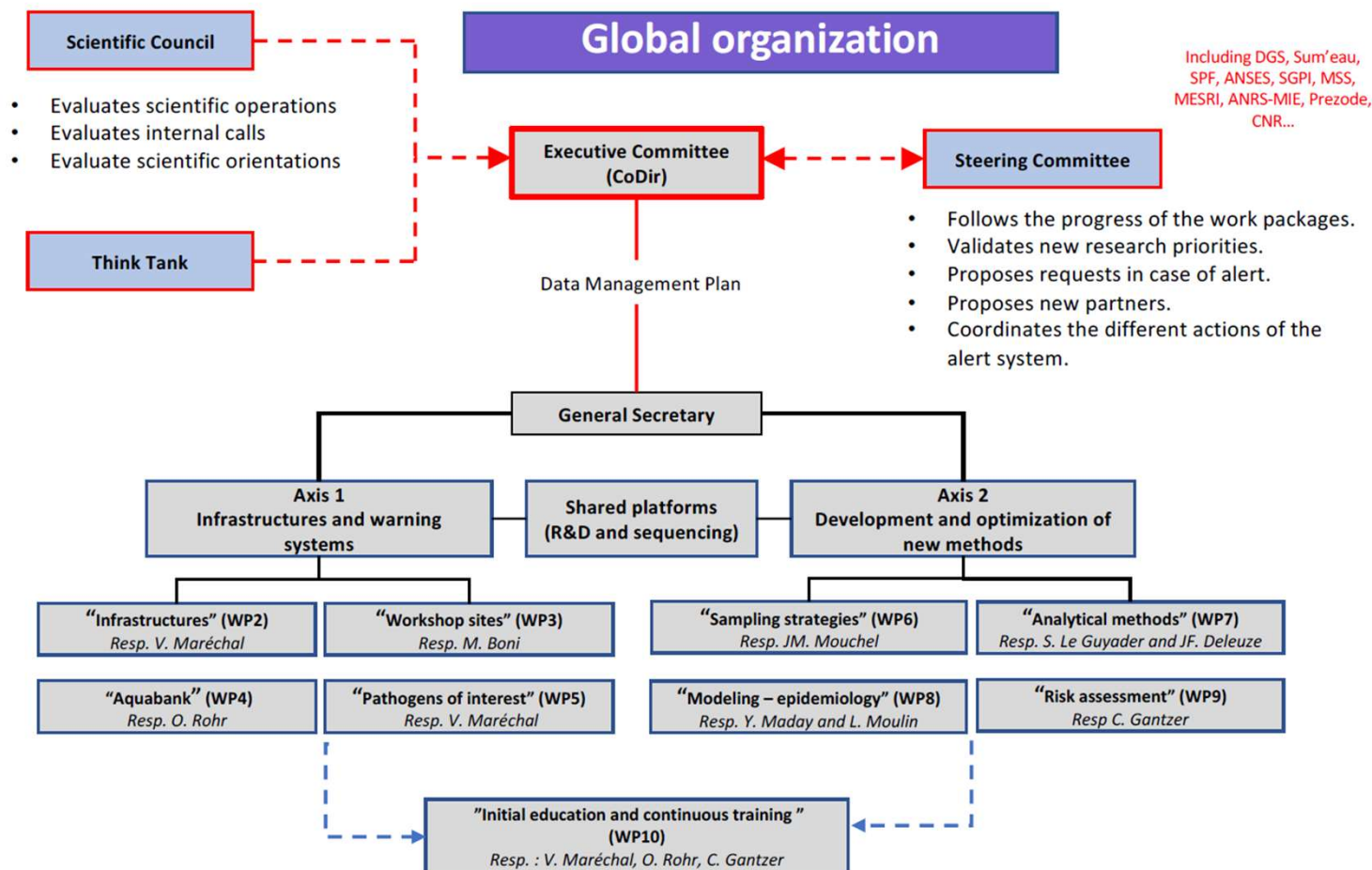
➤ Héberger **des projets de recherche** financés par d'autres sources

➤ Fournir un **écosystème pour** promouvoir les collaborations entre secteurs privés / publics

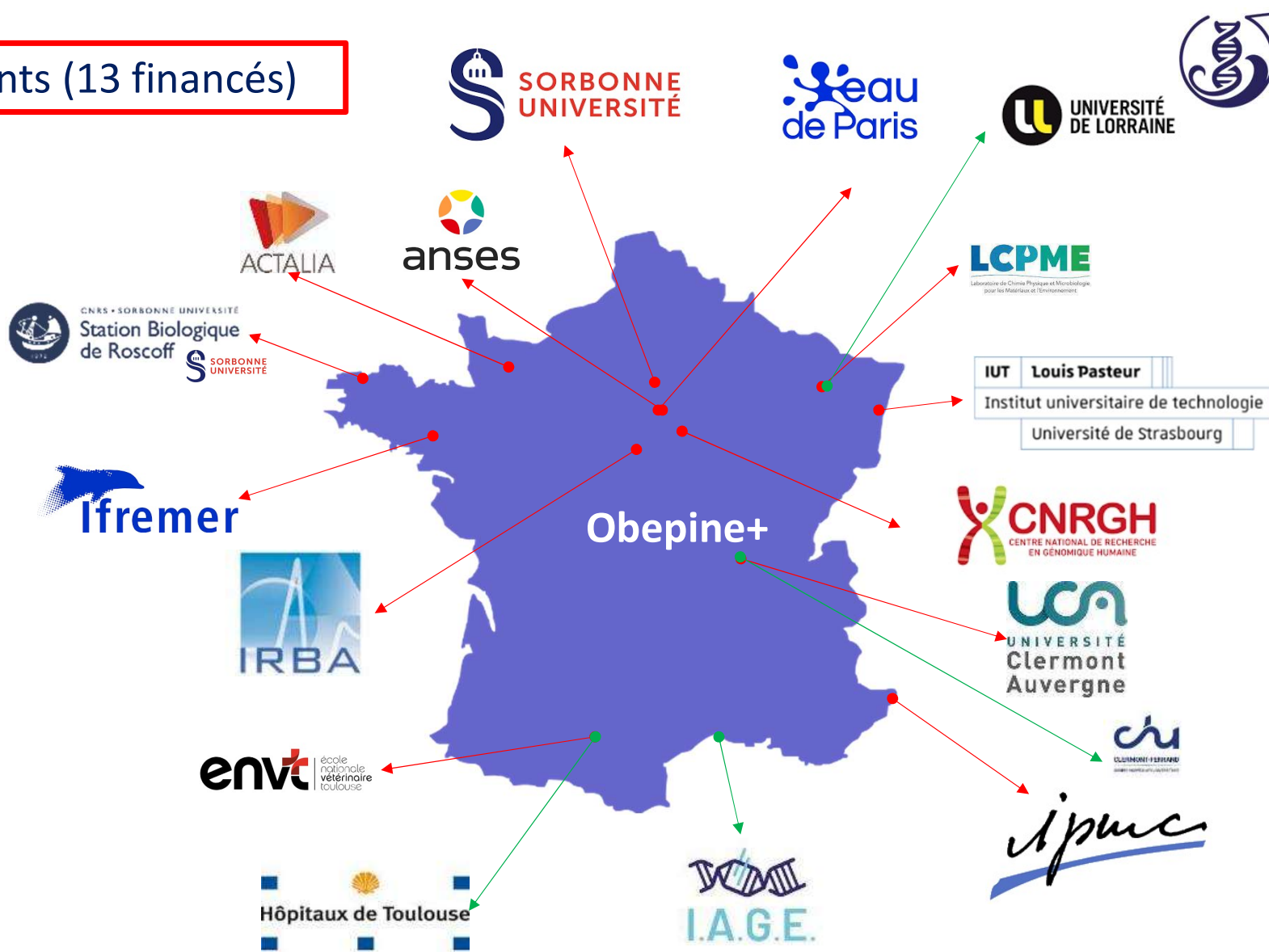
➤ Collaborer **avec d'autres réseaux** (i.e. Sum'Eau, Prezode), partager des données et améliorer les protocoles

➤ Déployer la **WBE** dans d'autres pays

Plateforme Une Seule Santé



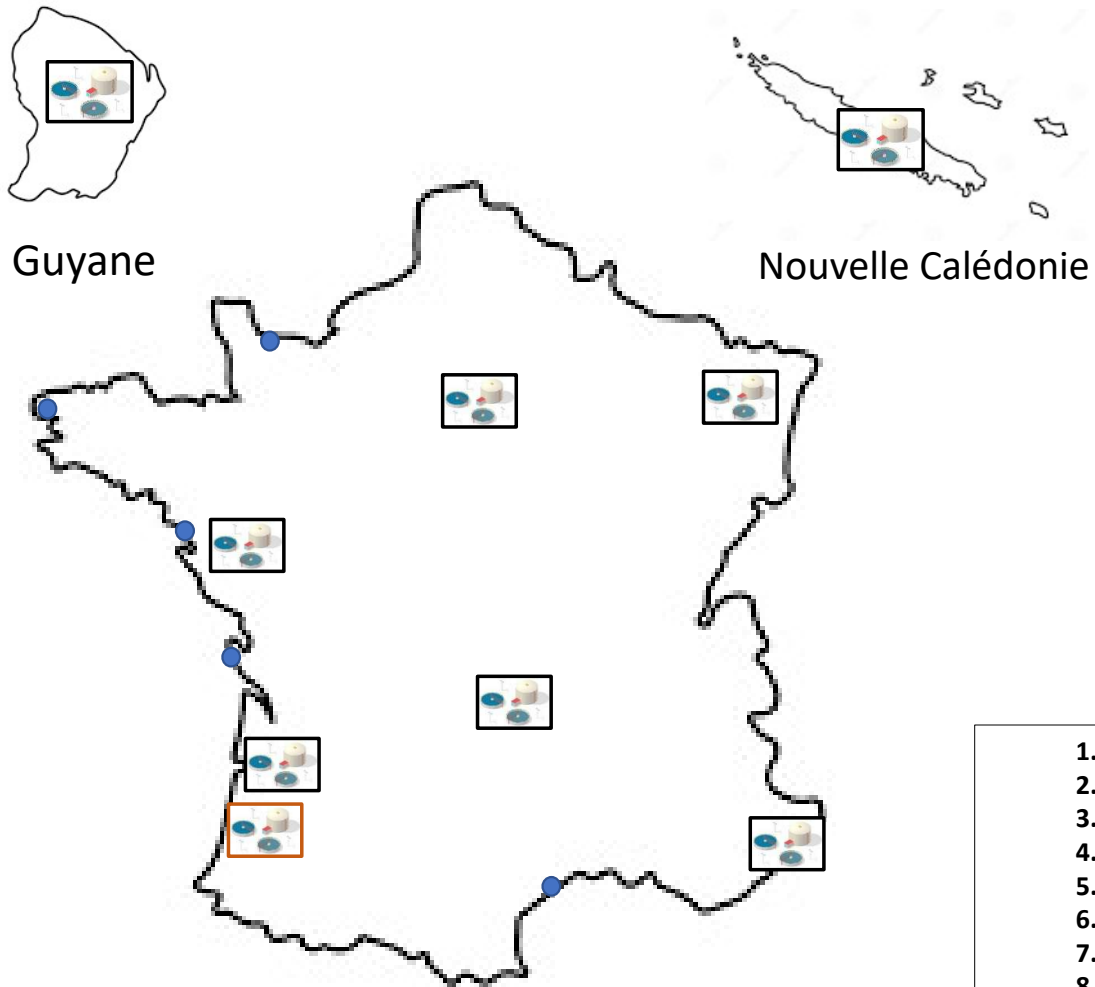
22 participants (13 financés)



Demande de fonds

Participe sans demande de fonds

9 sites ateliers



Aquathèque

1. **Paris** : 5 stations (~4.0 M habitants) + 8 égouts + 1 université
2. **Grand-Est** : 11 stations (~1.4 M habitants) + 3 universités + 1 hôpital + 1 abattoir
3. **Nice** : 1 station (~340,000 habitants)
4. **Puy-de-Dôme** : 8 stations (~460,000 habitants)
5. **Bassin Arcachon** : 5 stations (~345,000 habitants) + 1 hôpital
6. **Littoral français** : 6 stations (~790,000 habitants)
7. **Sud-ouest** : 1 station d'élevage (i.e. 30 fermes d'élevage de canards + 3 abattoirs)
8. **Guyane** : 3 stations (~90,000 habitants) + échantillons d'excréments
9. **Nouvelle Calédonie** : 3 stations (~81,000 habitants)

Membres fondateurs d'Obépine



L. Moulin
(Microbiologie)



S. Wurtzer
(Virologie)



Y. Maday
(Mathématiques)



V. Maréchal
(Virologie)



J.M. Mouchel
(Hydrologie)



S. Le Guyader
(Virologie)



M. Boni
(Infectiologie)



I. Bertrand
(Virologie)



C. Ganzer
(Virologie)

Autres membres du GIS OBEPINE : Actalia, Université de Strasbourg, IP-Guyane.

Participants OBEPINE +

Financiers

