



MINISTÈRE  
DE L'ENSEIGNEMENT  
SUPÉRIEUR,  
DE LA RECHERCHE  
ET DE L'INNOVATION

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*



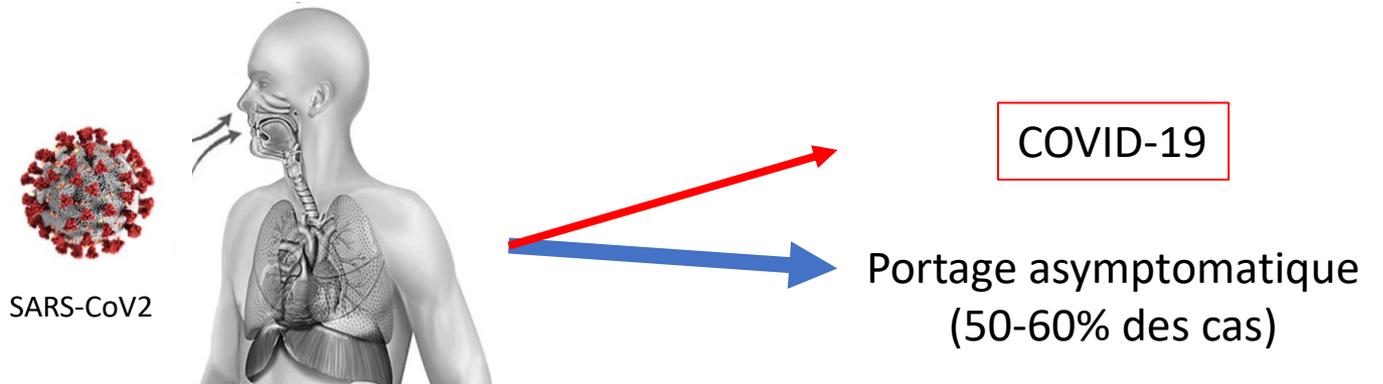
# Surveillance des eaux usées : expérience du réseau OBEPINE

10eme journée paramédicale Claude Bernard - Bichat  
17 novembre 2022

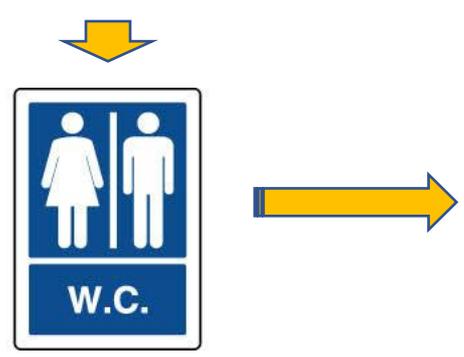
Prof. V.Maréchal  
Directeur GIS Obépine



# Du SARS-CoV2 dans les eaux usées ?



↓  
Réplication (tube digestif) - excrétion



Stations d'épuration

# Obepine : une approche multidisciplinaire

- **Eau de Paris** (S Wurtzer, L Moulin) – *analyse des eaux usées (IdF)*
- **Sorbonne université**
  - *Hydrologie* (JM Mouchel)
  - *Mathématiques* (Y Maday)
  - *Virologie fondamentale/médicale* (V Maréchal)
- **IRBA** (R Teyssou) (*virologie médicale, accès L3*)
- **LCPME (Université de Lorraine) (C Gantzer, I Bertrand)** - *analyse des eaux usées*
- **LSEM (IFREMER Nantes)** – *coquillages, surveillance littorale*
- **Université Clermont-Auvergne** – *virologie médicale*
- **CNGH – CEA (Emergen)** - *séquençage et bioinformatique*

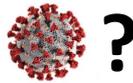
Selles



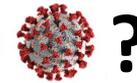
# Projet de recherche intégré



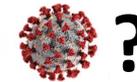
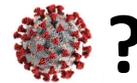
Egouts



STEU



Boues



Coquillages

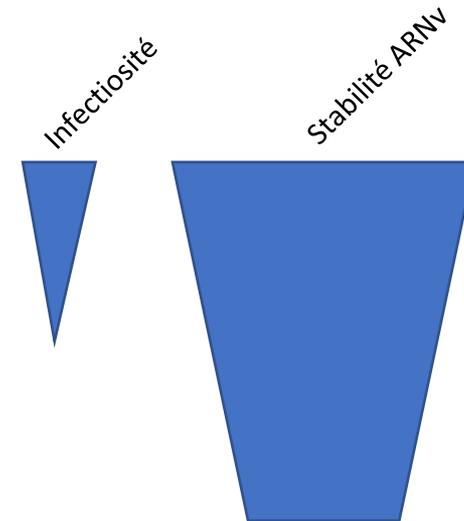


Eaux de surface

- 1 Wurtzer et al. (2022) Viruses
- 2 Wurtzer et al. (2021) Water Research
- 3 Verbanov et al. (2021) STOTEN
- 4 Desdouits et al (2021) STOTEN

# SARS-CoV-2 : évaluation du risque

- Selles humaines/hamster<sup>1</sup>
- Eaux usées<sup>2,3</sup>
- Boues<sup>3,4</sup>
- Coquillages<sup>5,6</sup>



<sup>1</sup> Wurtzer et al. (2022) *Viruses* (**Evaluation sur modèle de hamster et selles humaines**)

<sup>2</sup> Wurtzer S., Waldman P. et al. *Water Res.* 2021 Jun 15;198:117183. (**Test d'intégrité de la capside**)

<sup>3</sup> Varbanov MM, Bertrand I et al. *Sci Total Environ.* 2021 Nov 25;797:149112. (**Efficacité des traitements, indicateurs phagiques**)

<sup>4</sup> Serra-Compte A, González S et al. *Water Res.* 2021 ;202:117435. (**Efficacité des STEU**)

<sup>5</sup> Desdouts M, Piquet JC et al. *Sci Total Environ.* 2021 Jul 15;778:146270. (**Bioaccumulation artificielle dans les huitres**)

<sup>6</sup> Le Guernic A, Palos Ladeiro M et al. *J Environ Manage.* 2021 Oct 5;301:113866. (**Bioaccumulation dans les dreissenes**)

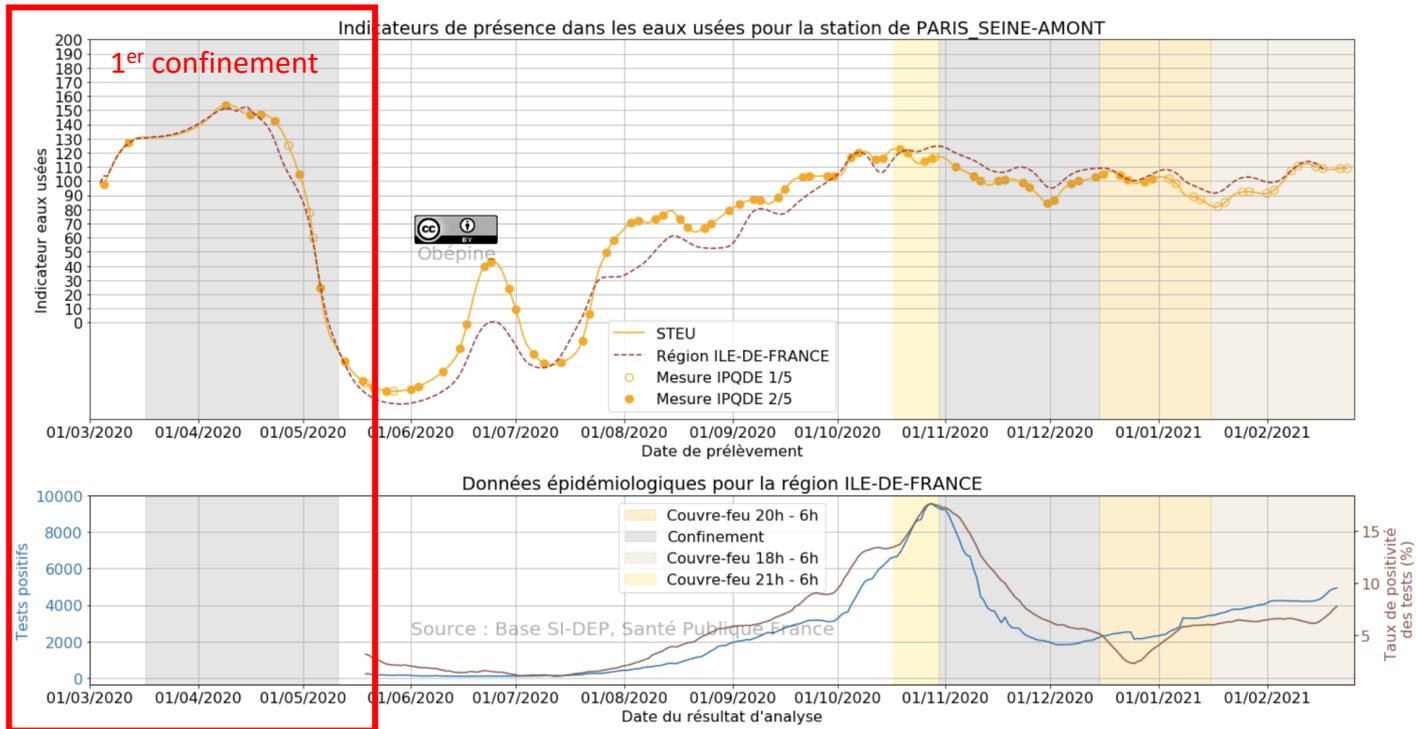
# Epidémiologie des eaux usées



X porteurs du virus ?

ANALYSE VIROLOGIQUE  
MODELISATION MATHEMATIQUE

Virus dans les eaux usées

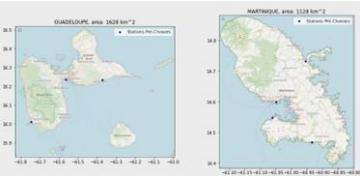
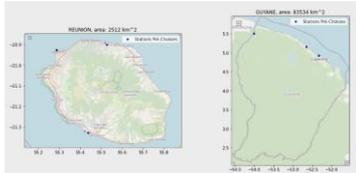


# Coronavirus found in Paris sewage points to early warning system

Rising levels of SARS-CoV-2 detected in wastewater before corresponding spike in clinical cases

21 APR 2020 · BY [CHRISTA LESTÉ-LASSERRE](#)

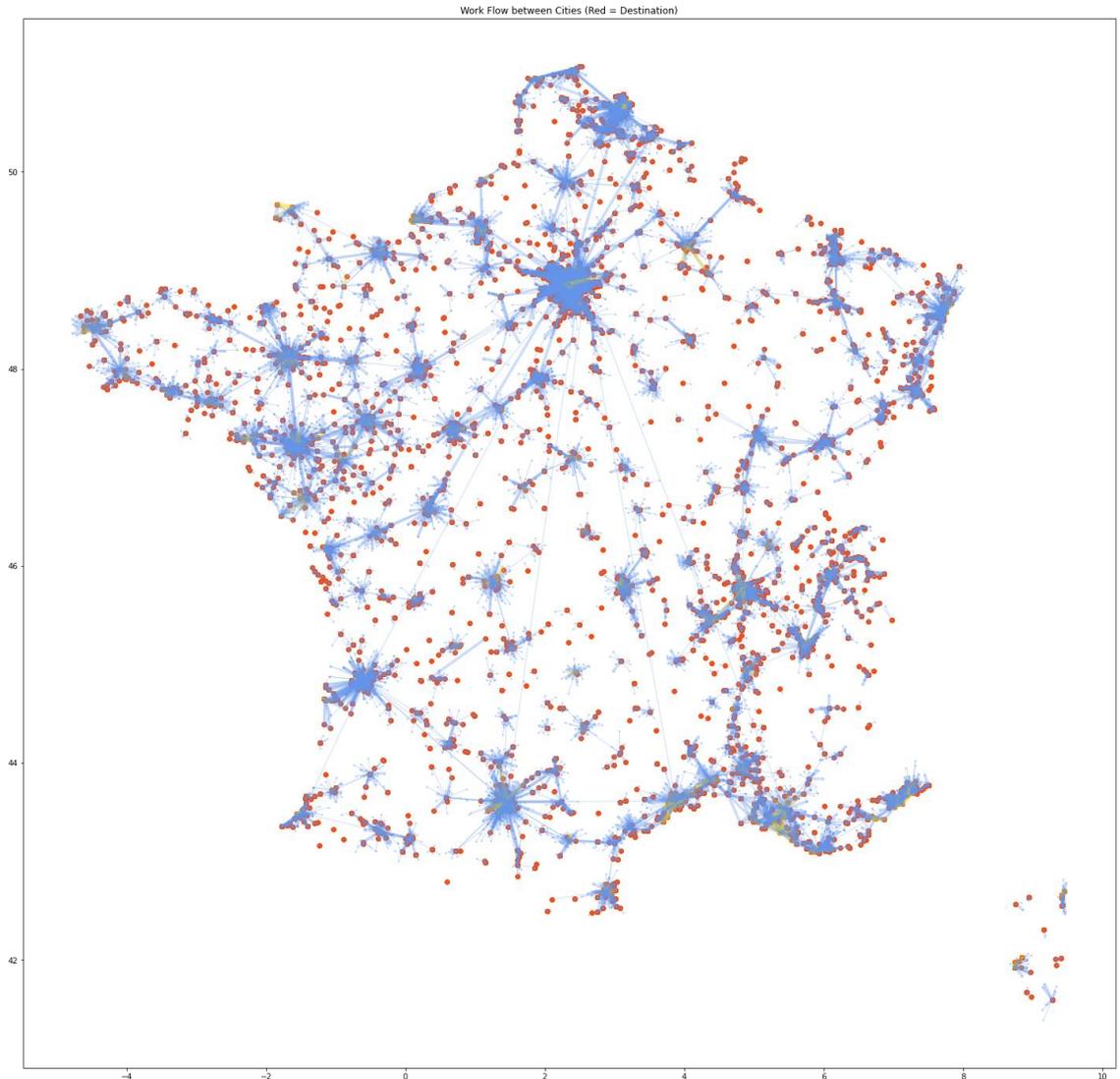
# Construire et valider un réseau de surveillance national\*



- Communes
- Stations mères déjà suivies par OBÉPINE
- Stations mères non OBÉPINE
- Stations OBÉPINE non mères

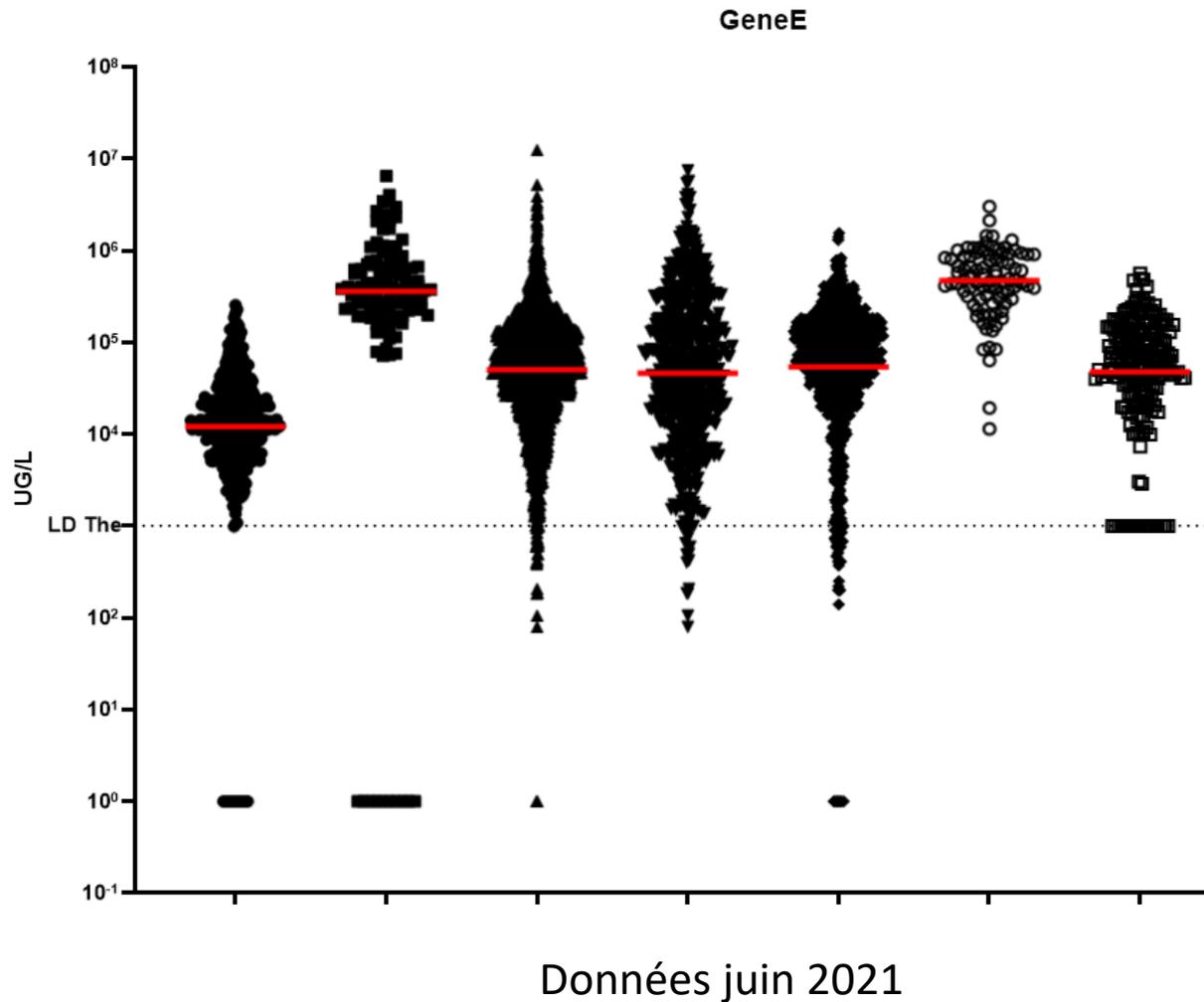
Jusqu'en avril 2022

- 200 stations
- 2 échantillons/semaine/station
- 40% pop.française

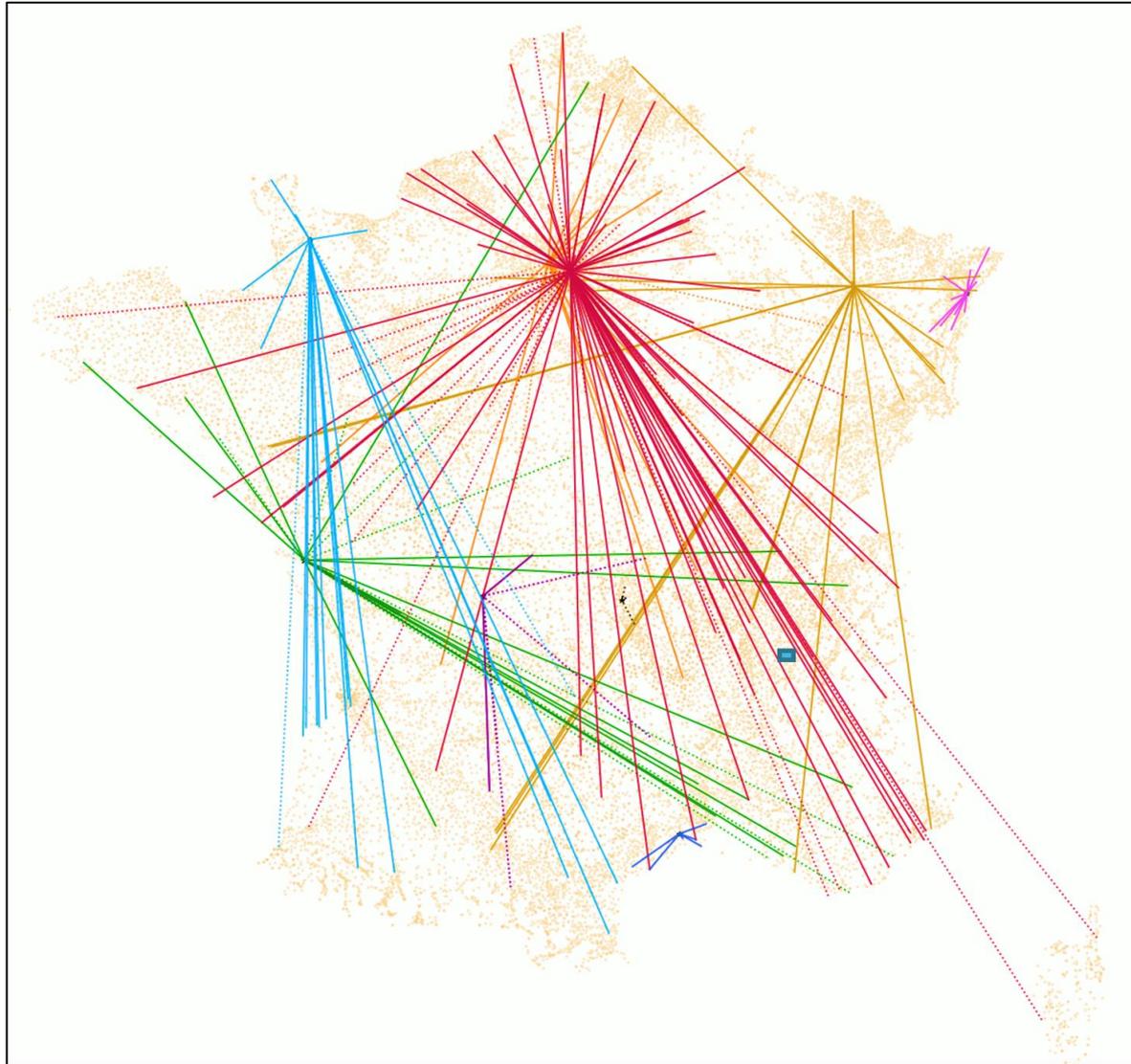


\* Dotation MESRI (3,5 millions euros) + suivi MSS (3 millions euros)

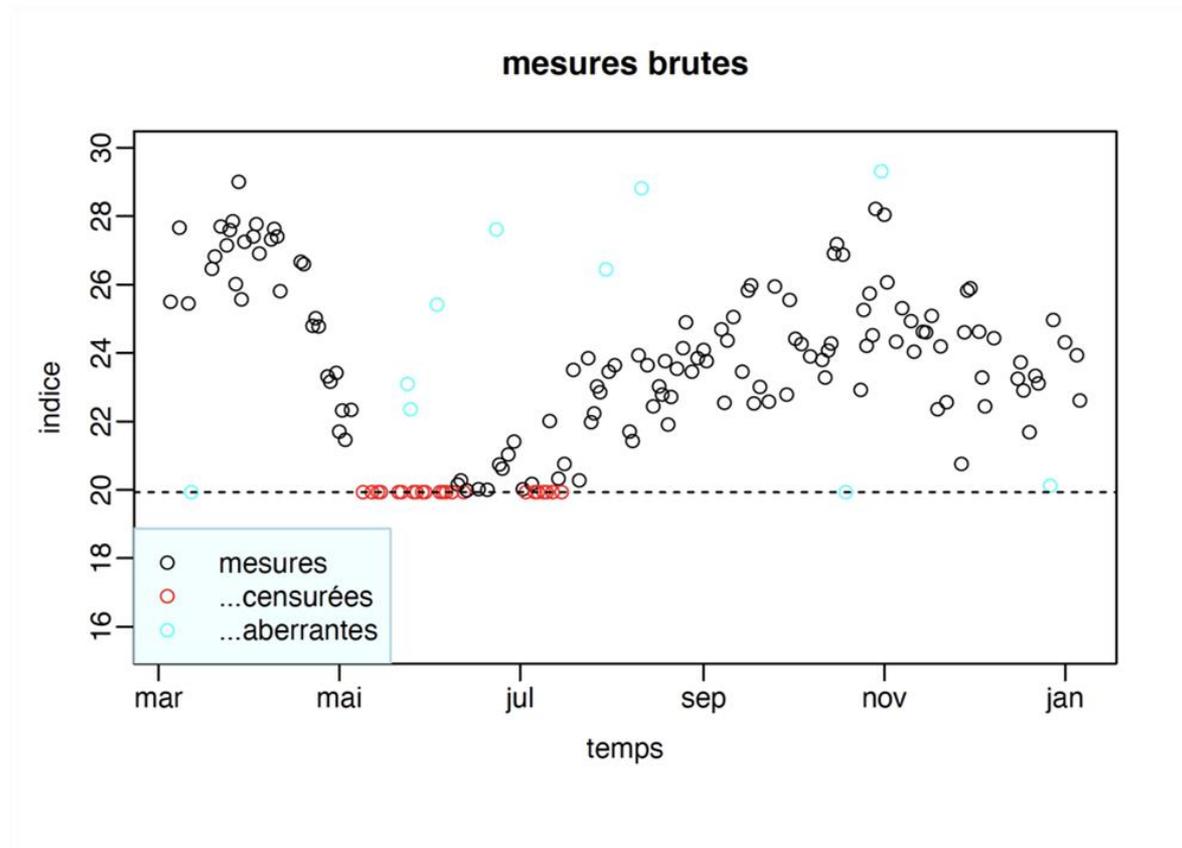
# Développement de protocoles et qualification des laboratoires partenaires (E.I.L. Obépine)



Développer des **protocoles d'analyse** et les implémenter dans des **laboratoires partenaires**



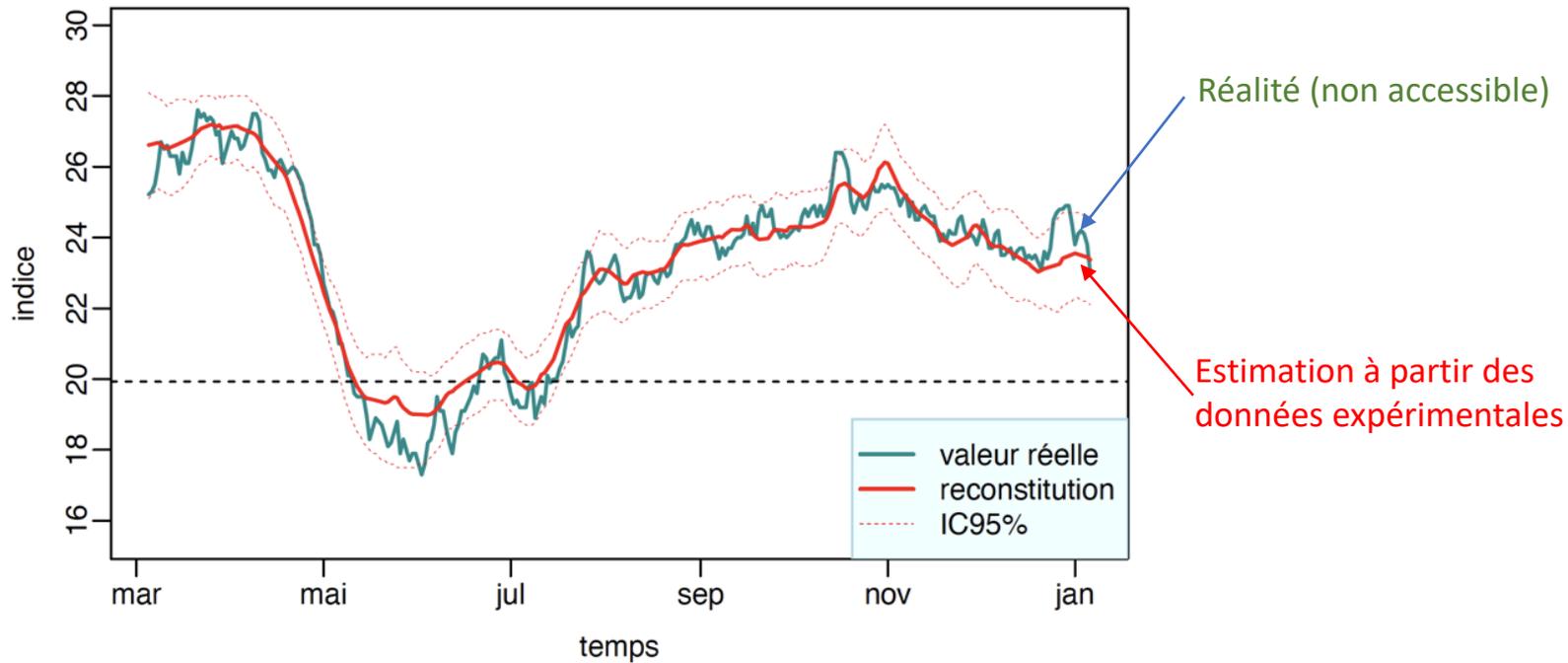
# Construction d'un lisseur mathématique



1 Marie Courbariaux et al. *Frontiers in Applied Mathematics and Statistics*, 8, 2022.

2 Nicolas Cluzel et al. *Environment International*, 158 :106998, 2022.

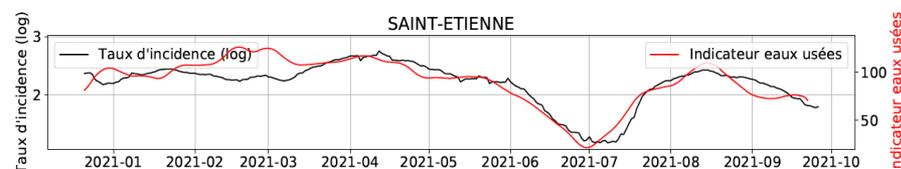
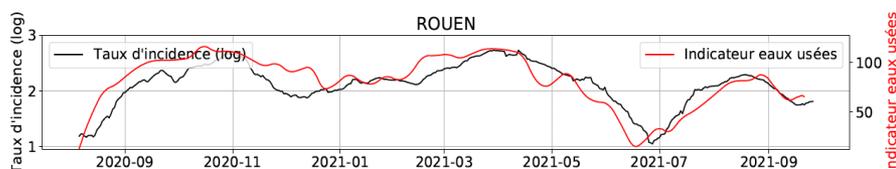
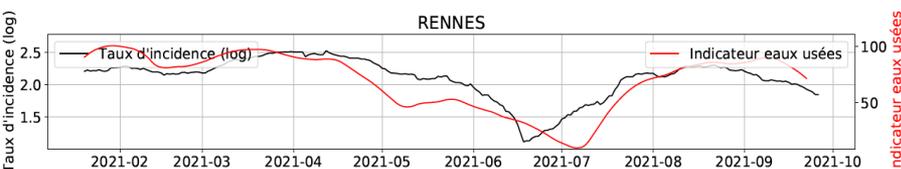
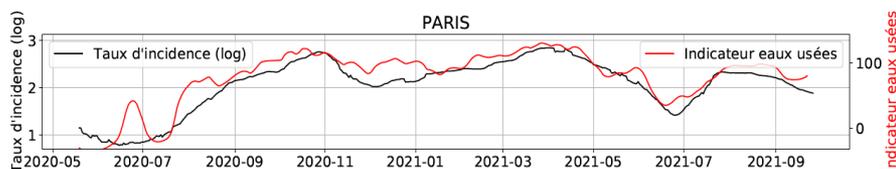
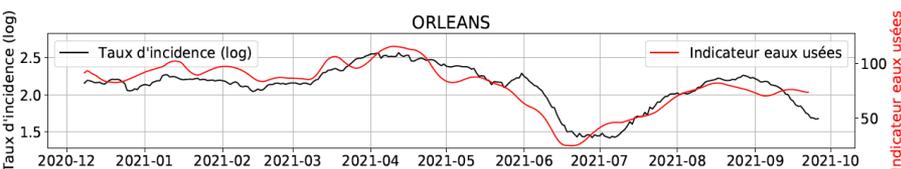
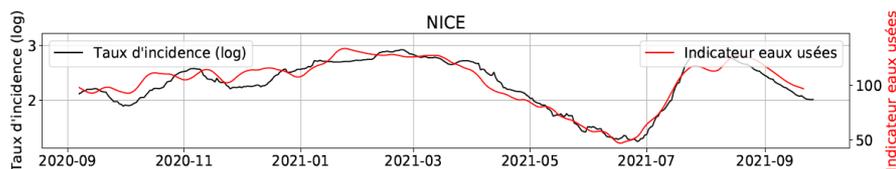
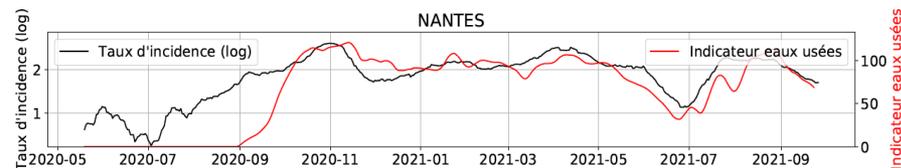
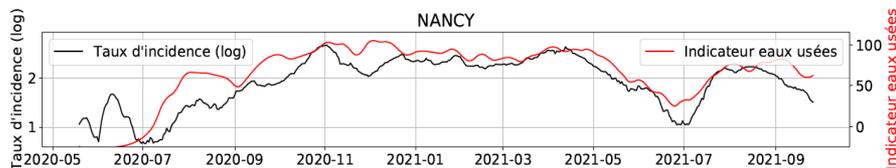
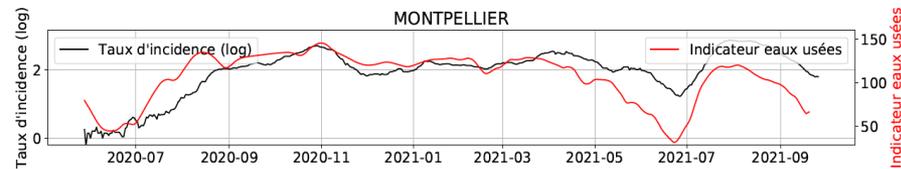
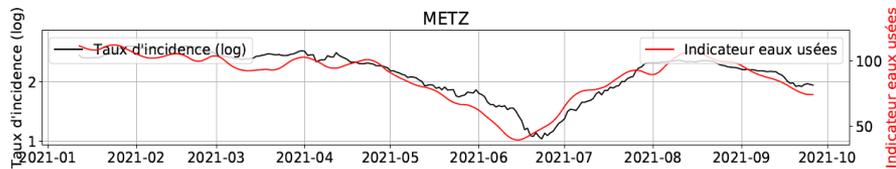
# Construction d'un lisseur mathématique



1 Marie Courbariaux et al. *Frontiers in Applied Mathematics and Statistics*, 8, (2022).

2 Nicolas Cluzel et al. *Environment International*, 158 :106998, (2022).

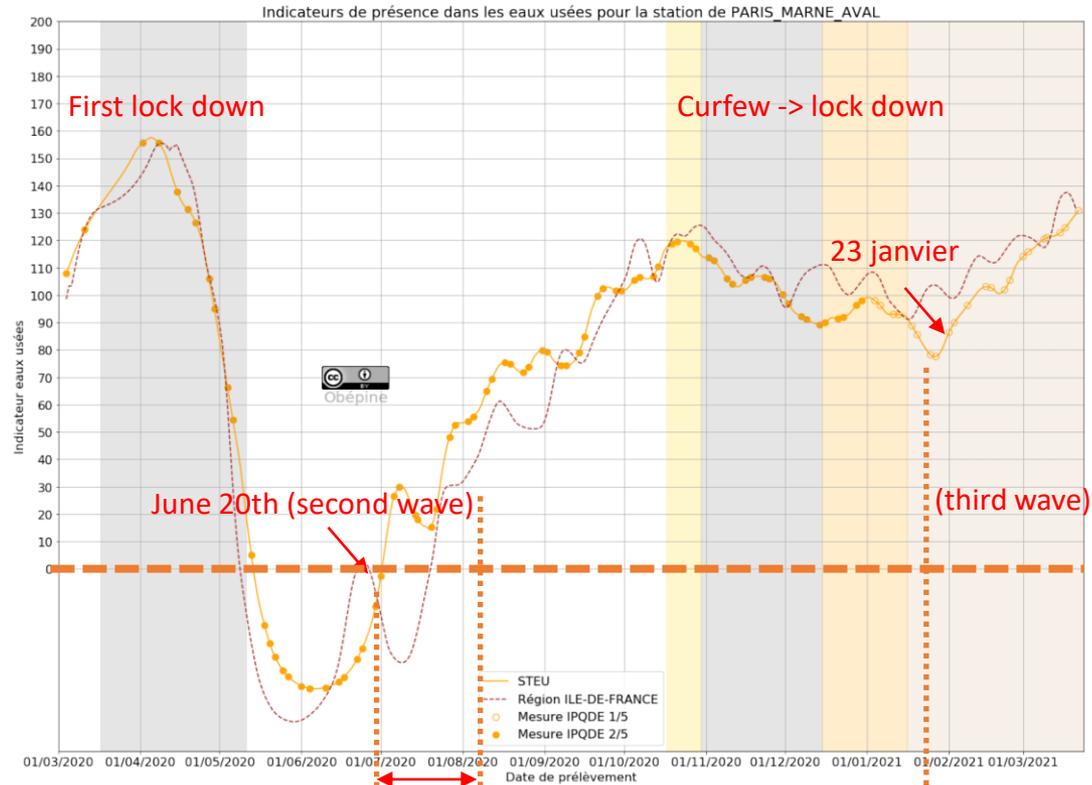
Que vaut l'IEU par rapport aux  
indicateurs « classiques » ?



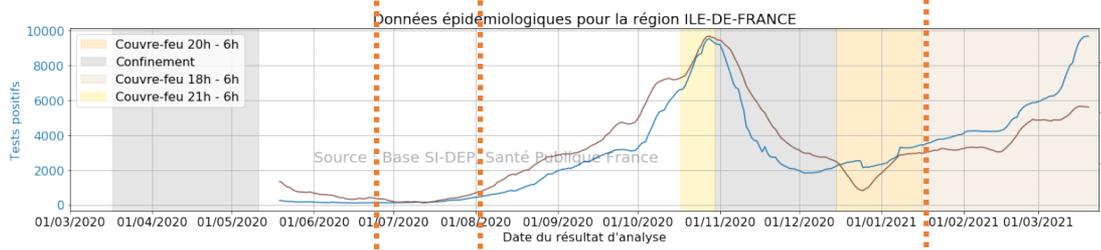
<sup>1</sup> Wurtzer S, Marechal V, et al. Euro Surveill. (2020) Dec;25(50):2000776.

<sup>2</sup> Bertrand I, Challant J, et al. Int J Hyg Environ Health. (2021) Apr;233:113692.

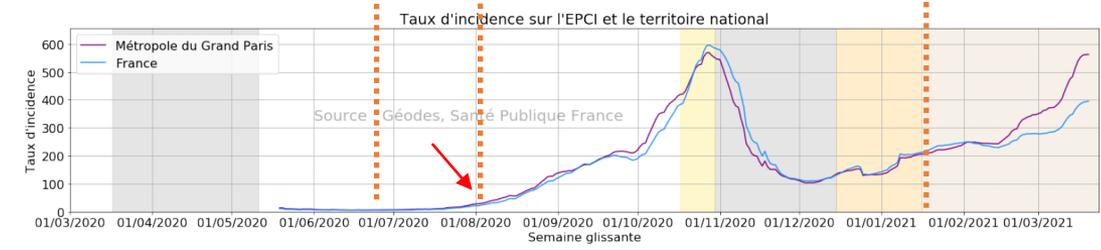
<sup>3</sup> Cluzel N, Courbariaux M et al. (2021) Environment international



Wastewater-based indicator



Local incidence rate



Wurtzer S. et al. (2020) Euro Surveillence  
Similar work was conducted in Nancy area : Bertrand I et al. (2021) Int J Hyg Environ Health



Consulter  
le journal



ACTUALITÉS ▾

PRÉSIDENTIELLE 2022 ▾

ÉCONOMIE ▾

VIDÉOS ▾

DÉBATS ▾

CULTURE ▾

M LE MAG ▾

SERVICES ▾



PLANÈTE · CORONAVIRUS ET PANDÉMIE DE COVID-19

Sélections



Partage



## Des traces du SARS-CoV-2 dans les eaux usées à Paris interrogent sur un possible retour de l'épidémie

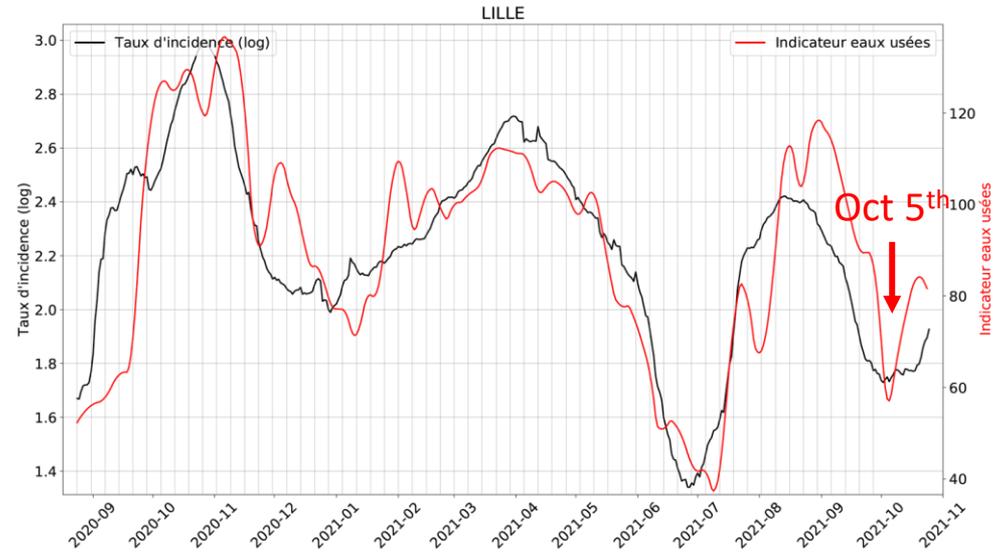
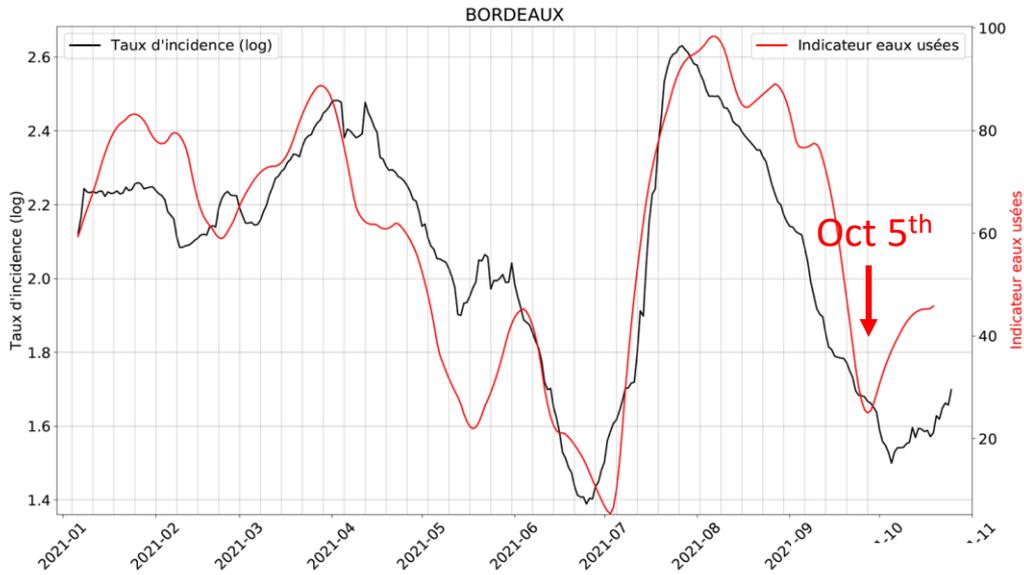
Les résultats des derniers prélèvements montrent une résurgence du virus, à des niveaux minimes. L'incidence de l'infection remonte également dans certains départements d'Ile-de-France, mais il est trop tôt pour parler d'un rebond épidémique.

Par Chloé Hecketsweiler et Denis Cosnard

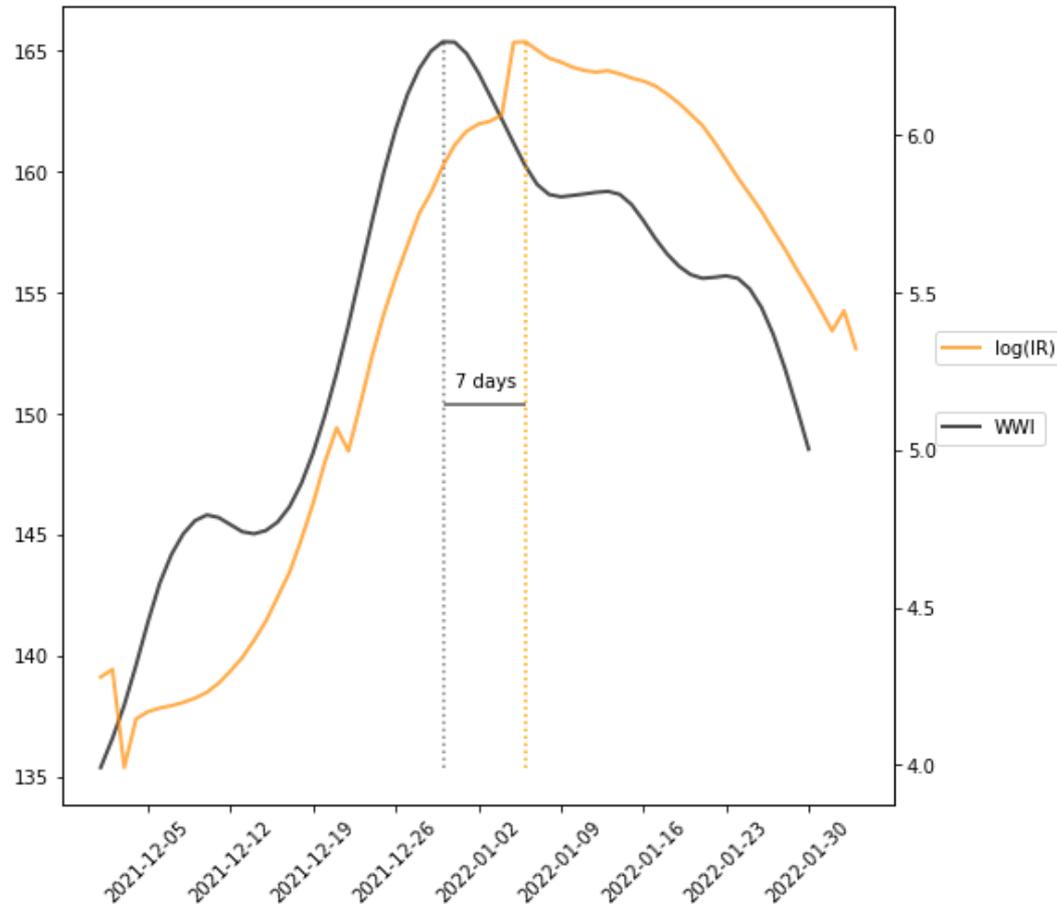
Publié le 08 juillet 2020 à 03h54 - Mis à jour le 08 juillet 2020 à 09h56 · Lecture 5 min.

Reste à comprendre exactement le phénomène. « *S'agit-il d'un signe qu'avec le déconfinement, l'épidémie repart ?* s'interroge Anne Souyris, l'adjointe à la Maire de Paris chargée de la santé. *C'est l'inquiétude, mais nous avons besoin d'éléments complémentaires.* » Même prudence au sein de l'agence régionale de santé (ARS) d'Ile-de-France. « *Nous avons pris connaissance de ces analyses, mais nous devons construire la méthode pour les exploiter. Nous ne voulons pas nous engager sur de fausses pistes* », souligne Aurélien Rousseau, le directeur de l'ARS.

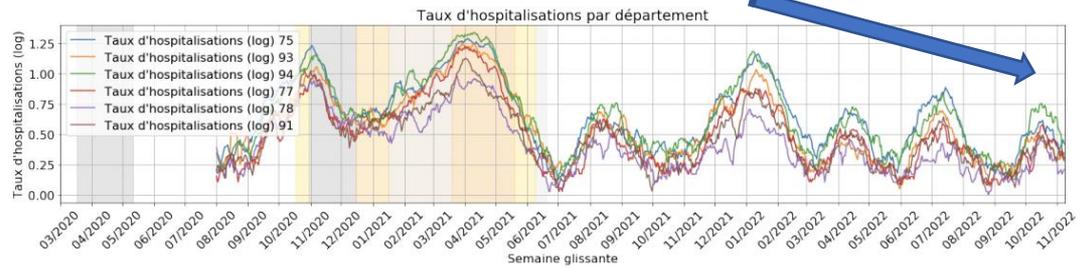
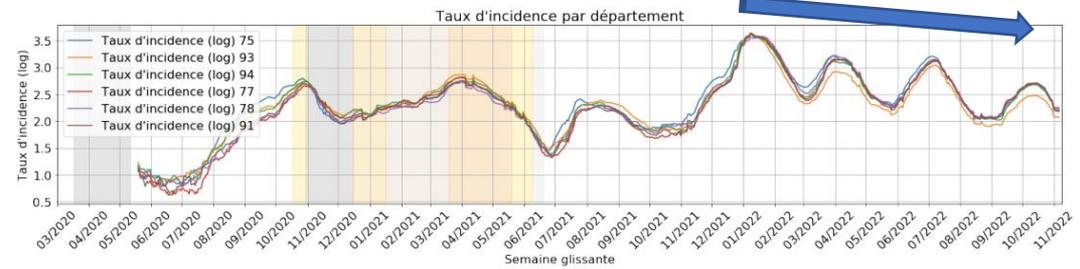
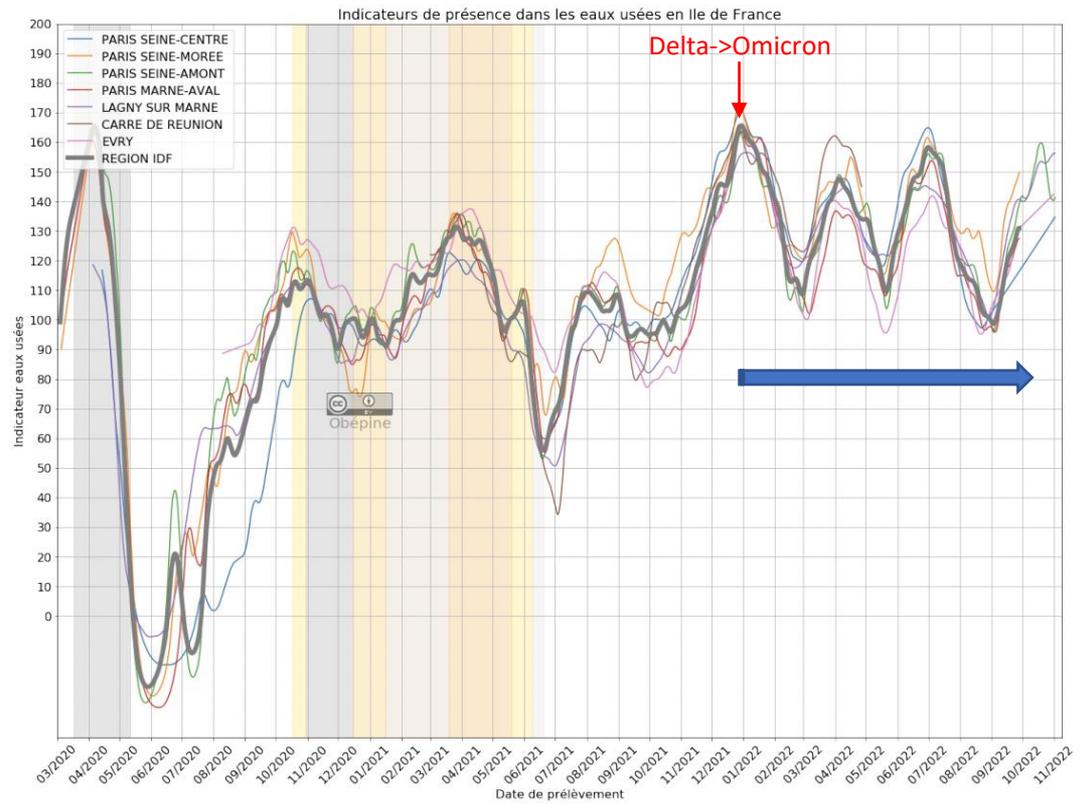
# La 5<sup>ème</sup> vague commence dans les eaux usées

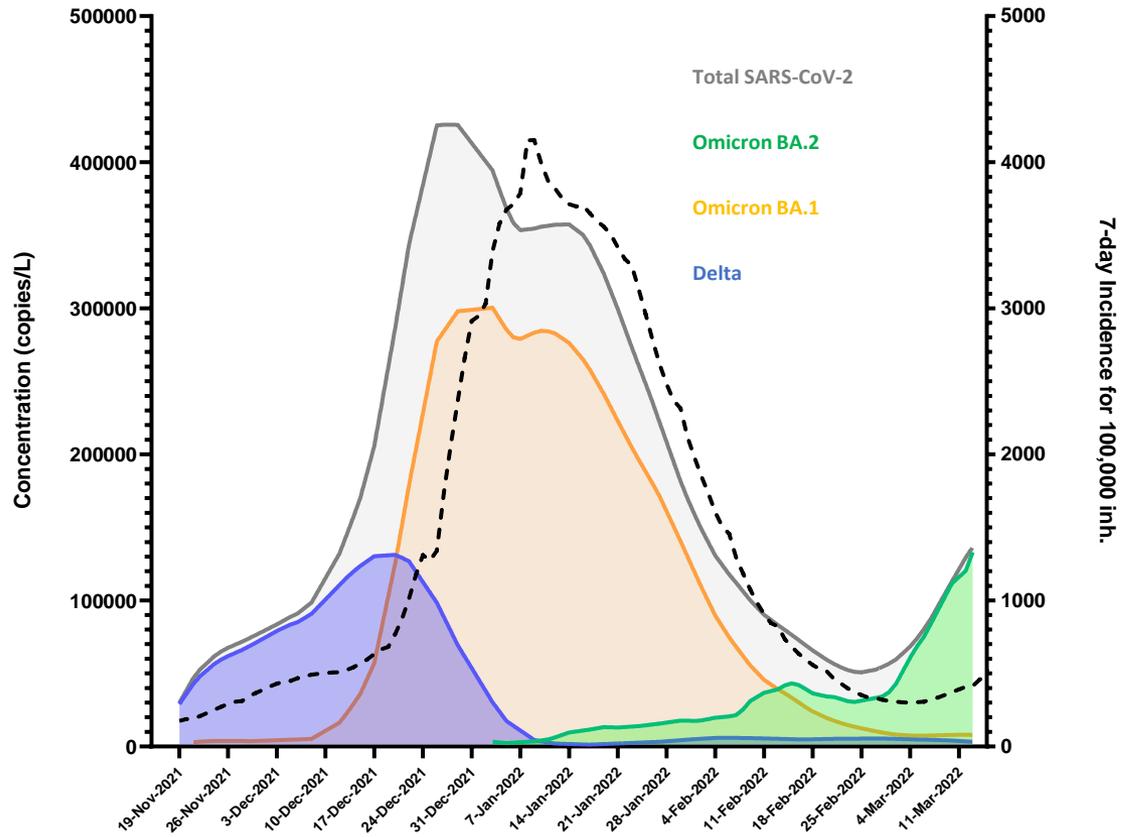


# Le reflux de la 5<sup>ème</sup> vague également...



Indicateur Eaux Usées (WWI) v.s. données SPF (taux d'incidence) (Ile de France)





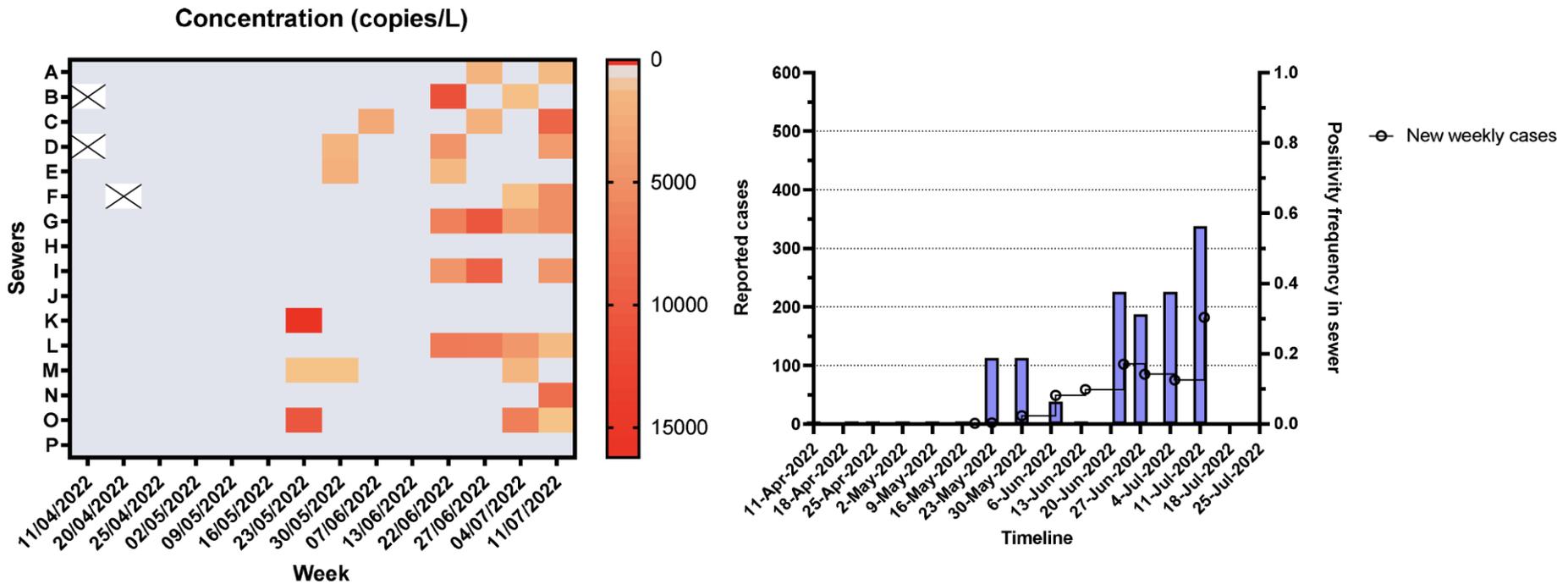
<sup>1</sup> Wurtzer et al. (submitted) (dRT-PCR)

<sup>2</sup> Barbé et al (2022) Frontiers in Microbiology (Whole genome sequencing)

<sup>3</sup> Wurtzer et al. (2022) STOTEN (dRT-PCR)

Emergen : Emeraude project (ANRS-MIE)

# Détection précoce du Monkeypox



# Apport de l'épidémiologie des eaux usées

- Approche ancienne, mais qui n'a jamais été exploitée à cette échelle, en France et ailleurs.
- L'IEU reflète les données d'incidence, et les anticipe souvent (SARS)
- Le rapport bénéfice/cout est exceptionnel (janvier 2022) (SARS)
  - 40% de la pop. française suivie pour 330 000 euros (Obepine - MSS)
  - 46 millions de tests => 1,6 milliards euros
- De nombreux virus peuvent être détectés => quelle valeur épidémiologique ?

France 2030 : Obepine est chargé de mettre en place une plateforme de recherche sur la détection des MIE via les eaux usées





L. Moulin  
(Microbiologie)



S. Wurtzer  
(Virologie)



I. Bertrand  
(Virologie)



C. Gantzer  
(Virologie)



Y. Maday  
(Mathématiques)



V. Maréchal  
(Virologie)



J.M. Mouchel  
(Hydrologie)



M. Boni  
(Infectiologie)

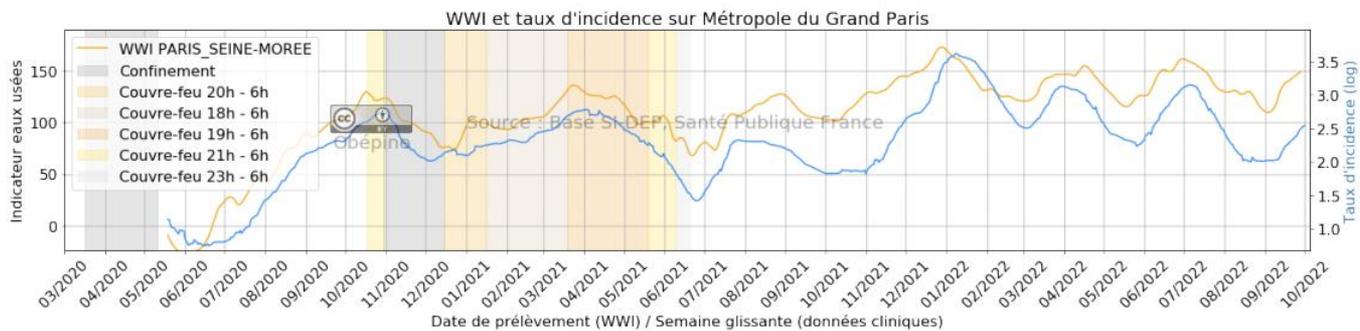
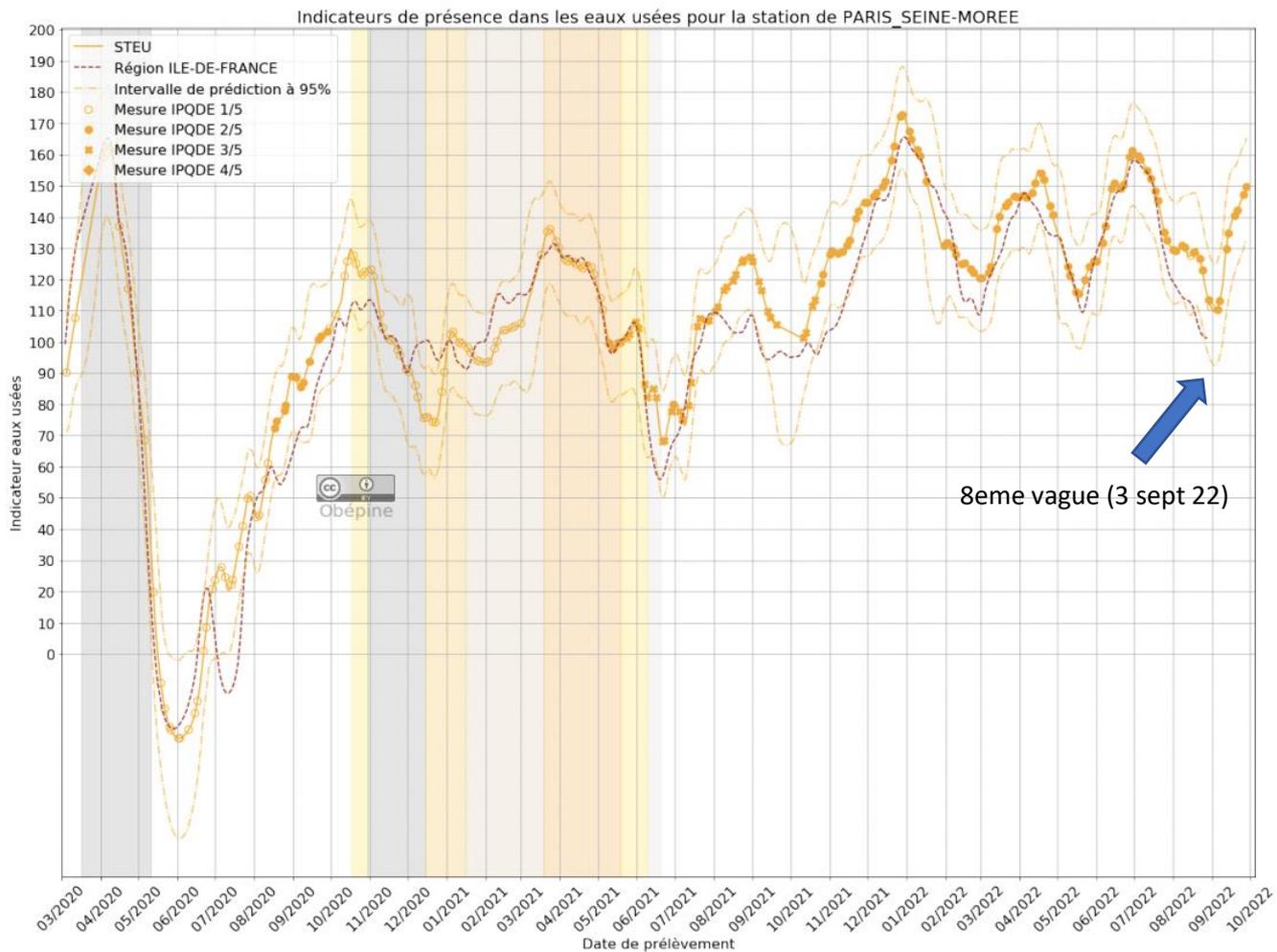


S. Le Guyader  
(Virologie)

**Contributeurs** : S.Regnier, D.Vernhet, Ph.Lebaron, O. Leroy, N. Cluzel, S. Wang, K. Laurent, M. Courbariaux, P. Waldman.

**Laboratoire d'analyse**: Ifremer Nantes, Inovalys, CIRSEE, LDA76, Qualyse, IUT Louis Pasteur, Eau de Paris, HSM, LGME, Actalia, LCPME, GEIST Limoges

Operateurs : VEOLIA, Suez, SAUR, SIAAP, SIAM, Opérateurs en régie



mars-mai

juin

juillet

sept-nov

Premiers  
prélèvements et  
analyses

Consortium  
OBEPINE

Recherche de  
financements

**Soutien des  
Académies de  
Technologie, de  
Sciences et de  
Médecine**



**Soutien du CARE**

**Soutien du MESRI  
(3,5 M euros)\*  
pour projet  
recherche-action +  
tutelles (FSI, CNRS,  
EDP)**

Stations suivies (~50)  
avec l'aides des  
exploitants (**SAUR,  
SUEZ, VEOLIA,  
SIAAP...**)



**Projet suivi 150  
stations (MESRI)**

Des collectivités  
locales portent des  
projets en s'appuyant  
sur le réseau OBEPINE  
(effet estival)

**Qualification des  
laboratoires  
d'analyse  
(E.I.L.)**

**Plateforme  
sécurisée**

**Recrutement des  
stations  
(> 50%)**

**Laboratoire EdP-SU**

\*1,5 M€ pour le projet de recherche  
2 M€ pour le déploiement du démonstrateur (fin en juillet 2021)

# Objectifs du consortium OBEPINE\*

- **Valoriser l'épidémiologie des eaux usées en tant que dispositif d'alerte et de surveillance**
  - En France métropolitaine et Outre-Mer (autres pathogènes, virus respiratoires, arbovirus, hantavirus notamment)
  - A l'étranger, dans les pays émergents notamment
- **Consolider une approche qui doit rester multidisciplinaire et inclusif**
  - Nouvelles stratégies d'échantillonnage et d'analyse
  - Nouveaux modèles
  - Développer les relations entre recherche académique, recherche opérationnelle, valorisation et service rendu aux populations
- **Rapprocher recherche et surveillance, dans une démarche où toutes les expertises doivent être prises en compte**

\* Plateforme Obepine+, portée dans le cadre du plan de prévention MIE\_NRBC

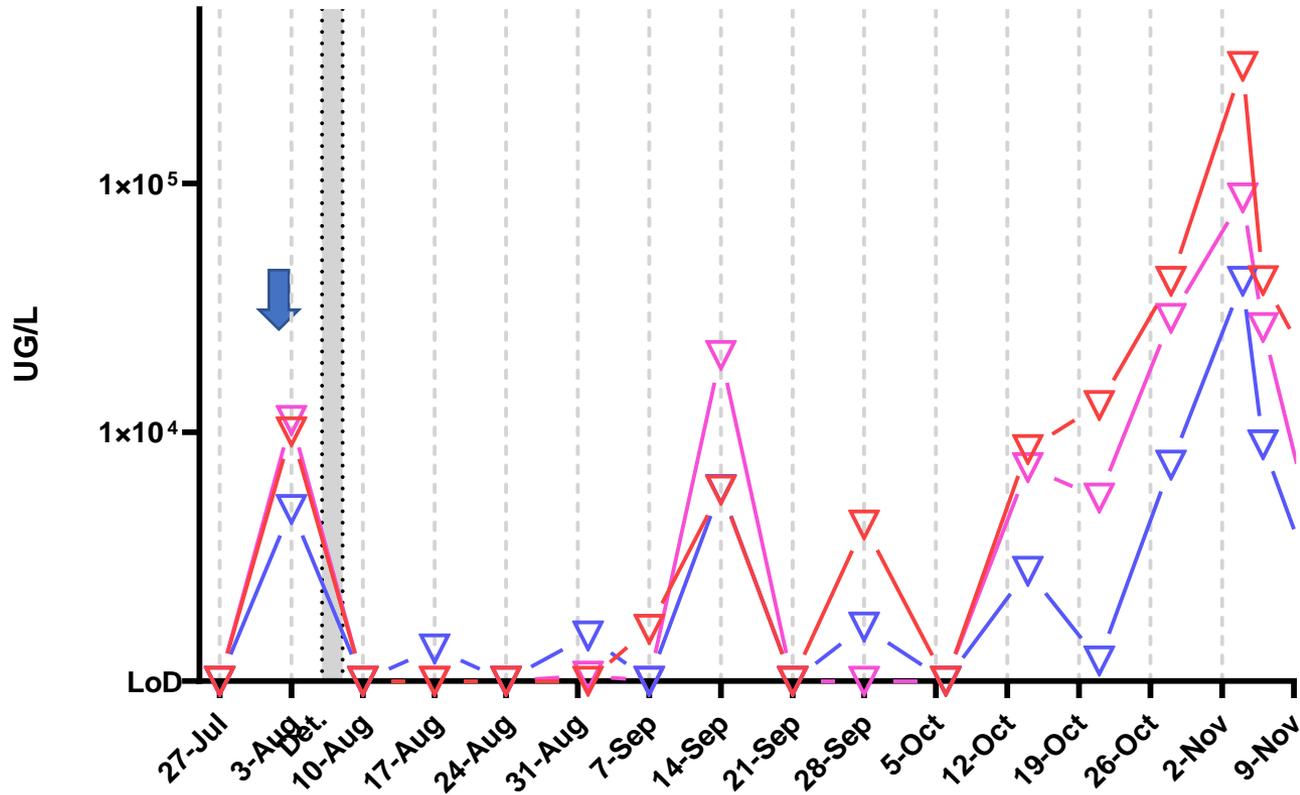
# Sensibilité de l'approche WBE



Ile d'Yeu – Vendée

### Massive local testing (ARS Vendée- (ARS)

➡ 990 individual tests => 6 non-symptomatic cases



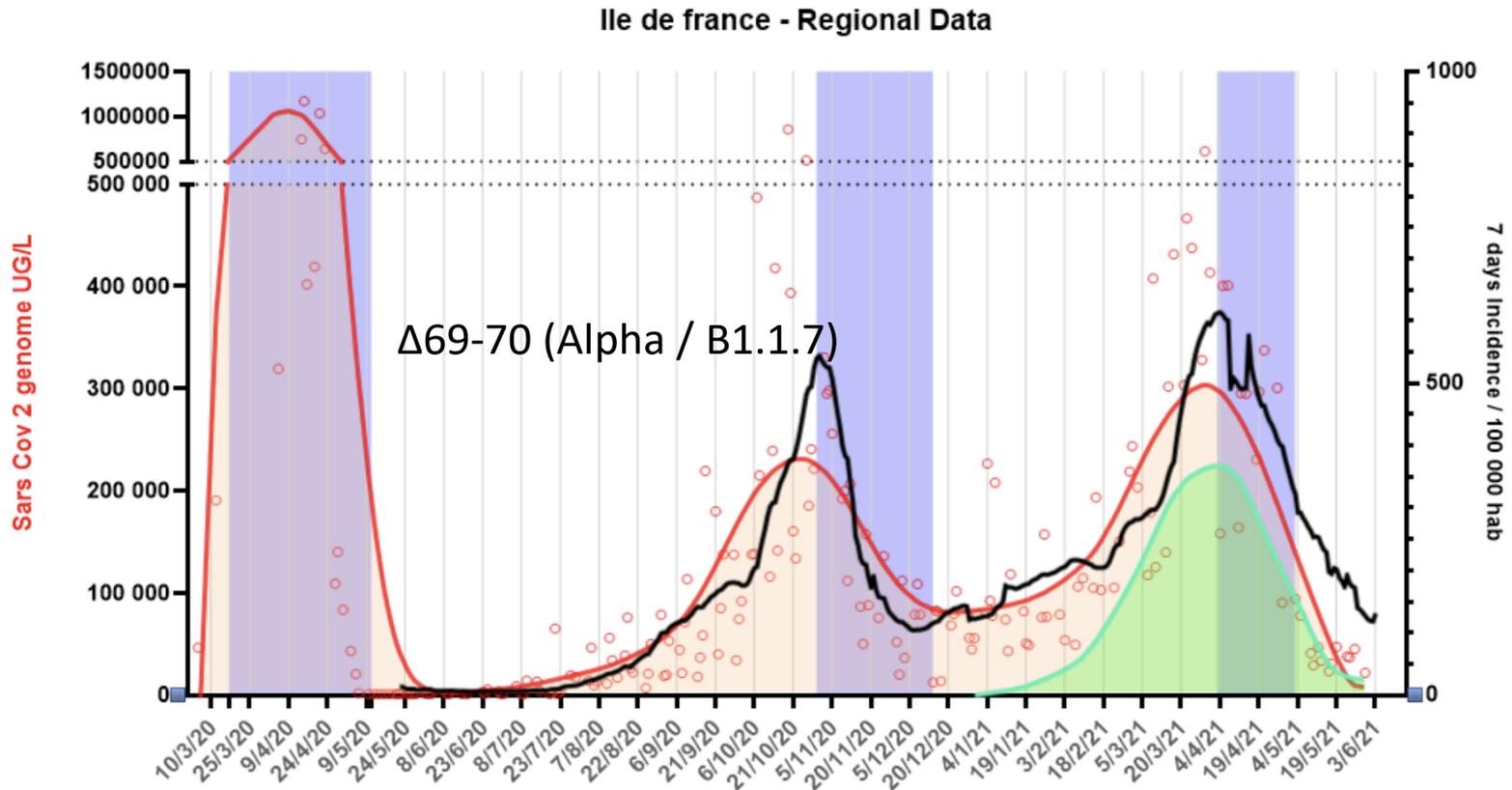
Compatible with data from Univ. Arizona (August 25th-28th 2020)  
=> 3 non-symptomatic students among approx. 300 (collective housing)

# L'expérience de l'Université d'Arizona



- Dès la rentrée, analyse des eaux usées (égouts) des dortoirs
- Signal positif sur un dortoir (311 étudiants) => 2 positifs isolés => aucune épidémie

# Suivi des variants\* dans les eaux usées



<sup>1</sup>Wurtzer et al (2021) STOTEN (variant alpha)

<sup>2</sup>Desdouits et al. (2022) Frontiers in Microbiology (variant alpha)

<sup>3</sup>Wurtzer et al. soumis (variants Alpha, Delta, Omicron)

<sup>1</sup>Projet ANRS-MIE Emereade (col. Obepine, CNG, CHU Limoges)

<sup>2</sup>Projet ANRS-MIE RatVar