

# Une approche appliquée fortement collaborative...

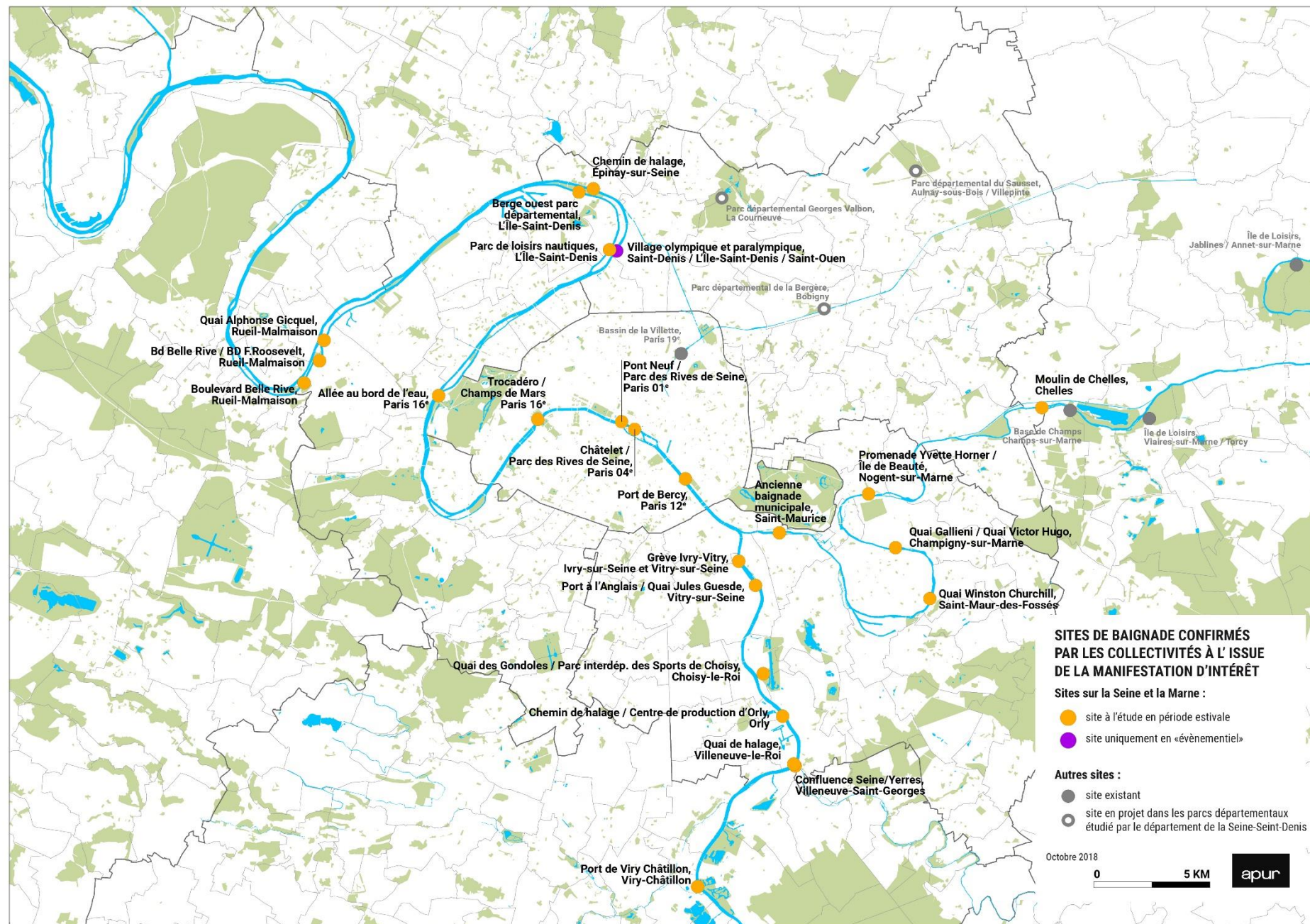
*Jean-Marie Mouchel (Metis, Sorbonne-Université), Françoise Lucas et Manel Maloufi (LEESU, Université Paris-Val de Marne et Ville de Paris), Sami Souihi et Thiago Abreu (LISSI, Université Paris-Val de Marne), Aurélie Janne (Syndicat Marne-Vive), Paul Dupain, Sofia Housni, Jean Bernier, Sam Azimi, Vincent Rocher (SIAAP), Gabrielle Bouleau et Gaele Rouille-Kiello (INRAE, UMR LISIS), Laurent Moulin, Sébastien Wurtzer, Marion Goulet, Sophie Haenn (Eau de Paris), Miguel Gillon-Ritz (STEA, Ville de Paris), Dan Angelescu (Fluidion) et coll. (!)*

## ... consacrée à l'enjeu baignade en Seine et en Marne

# Les enjeux baignade dans l'agglomération

- La baignade promue depuis de nombreuses années, emblème d'une rivière retrouvée par ses riverains
- Des projets phare :
  - La baignade en Marne, portée par le Syndicat Marne-Vive, programmée pour 2022
  - Les épreuves de natation en Seine au cours des JO de 2024
- Un très fort élan au cours des dernières années
  - De nombreuses communes intéressées par l'implantation de sites de baignade
  - De nombreux travaux consacrés :
    - À l'évaluation de la qualité sanitaire de l'eau de la Seine et de la Marne
    - Aux moyens techniques à mettre en œuvre pour atteindre la qualité requise
- Le nouveau défi pour continuer à progresser

# Les sites de baignade d'intérêt



# Les exigences réglementaires

## ► Autorisation de baignade

*European bathing guidelines for inland waters (2006/7/CE)*

<b>Class of quality</b>	<b>Excellent</b>	<b>Good</b>	<b>Sufficient</b>
Intestinal enterococci (N/100 mL)	200 <sup>a</sup>	400 <sup>a</sup>	330 <sup>b</sup>
<i>Escherichia coli</i> (N/100 mL)	500 <sup>a</sup>	1000 <sup>a</sup>	900 <sup>b</sup>

*a: based on 95<sup>th</sup> percentile evaluation*

*b: based on 90<sup>th</sup> percentile evaluation*

16 mesures sur 4 ans

## ► Gestion de baignade

Fermeture 72h après une pollution ponctuelle (2006/7/CE)

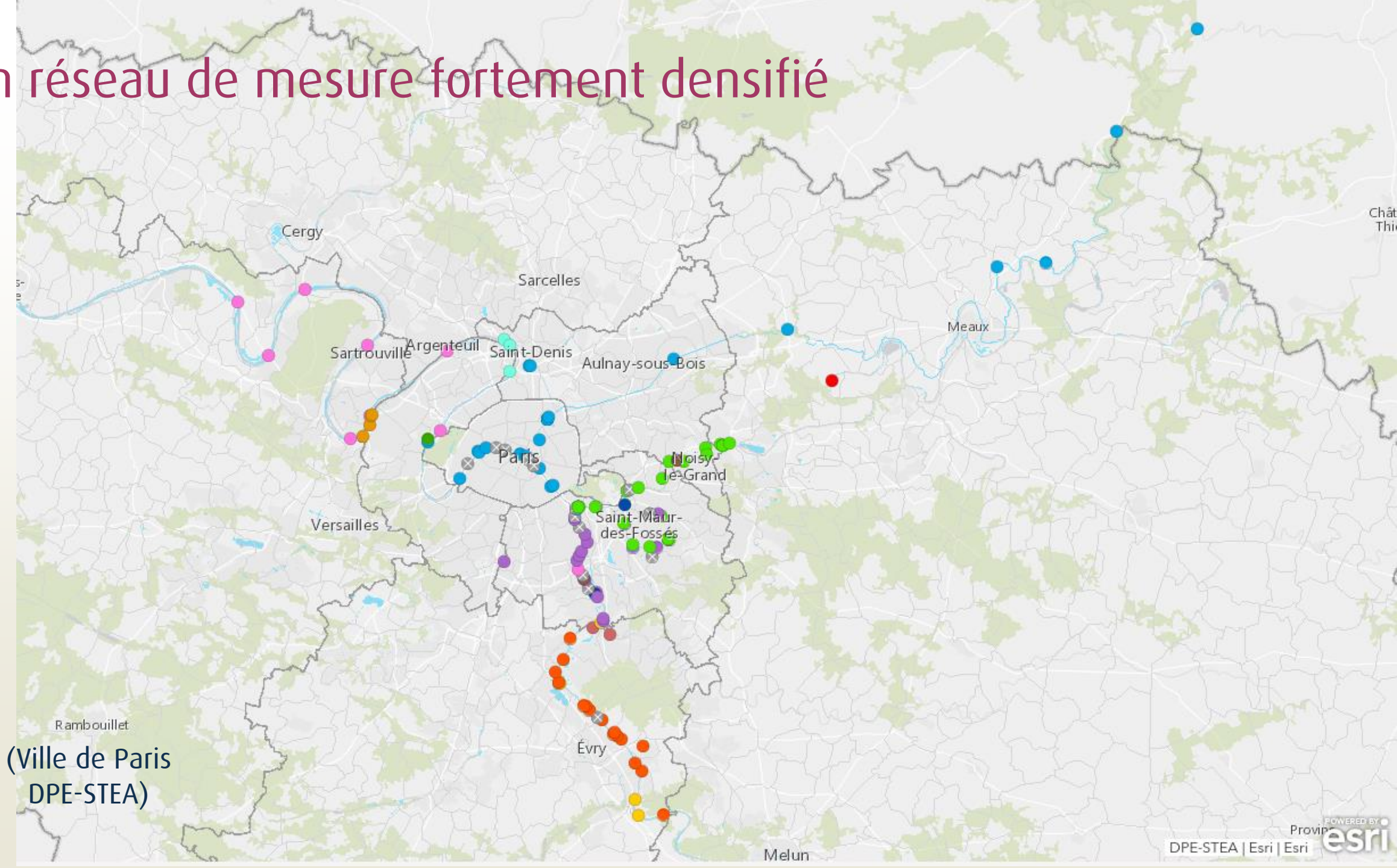
Pour les eaux douces :

<b>Qualification d'un prélèvement</b>	<b><i>Escherichia coli</i> (UFC/100mL)</b>	<b>Entérocoques intestinaux (UFC/100mL)</b>
Bon	≤ 100	≤ 100
Moyen	> 100 et ≤ 1800	> 100 et ≤ 660
Mauvais	> 1800	> 660

Qualification des eaux en cours de saison, (Note DGS/EA4/2014/166 du 23 mai 2014)

Mais sujet débattu, y compris dans d'autres notes

# Un réseau de mesure fortement densifié



(Ville de Paris  
DPE-STE A)

# Une base de données considérable

- 93 stations de mesure actives sur les cours d'eau et affluents
  - plus le système canal de l'Ourcq
- 8690 lignes de données
  - en saison estivale
  - depuis 2015
  - qui va en se densifiant
- Données journalières

(Ville de Paris, DPE-STEAs)

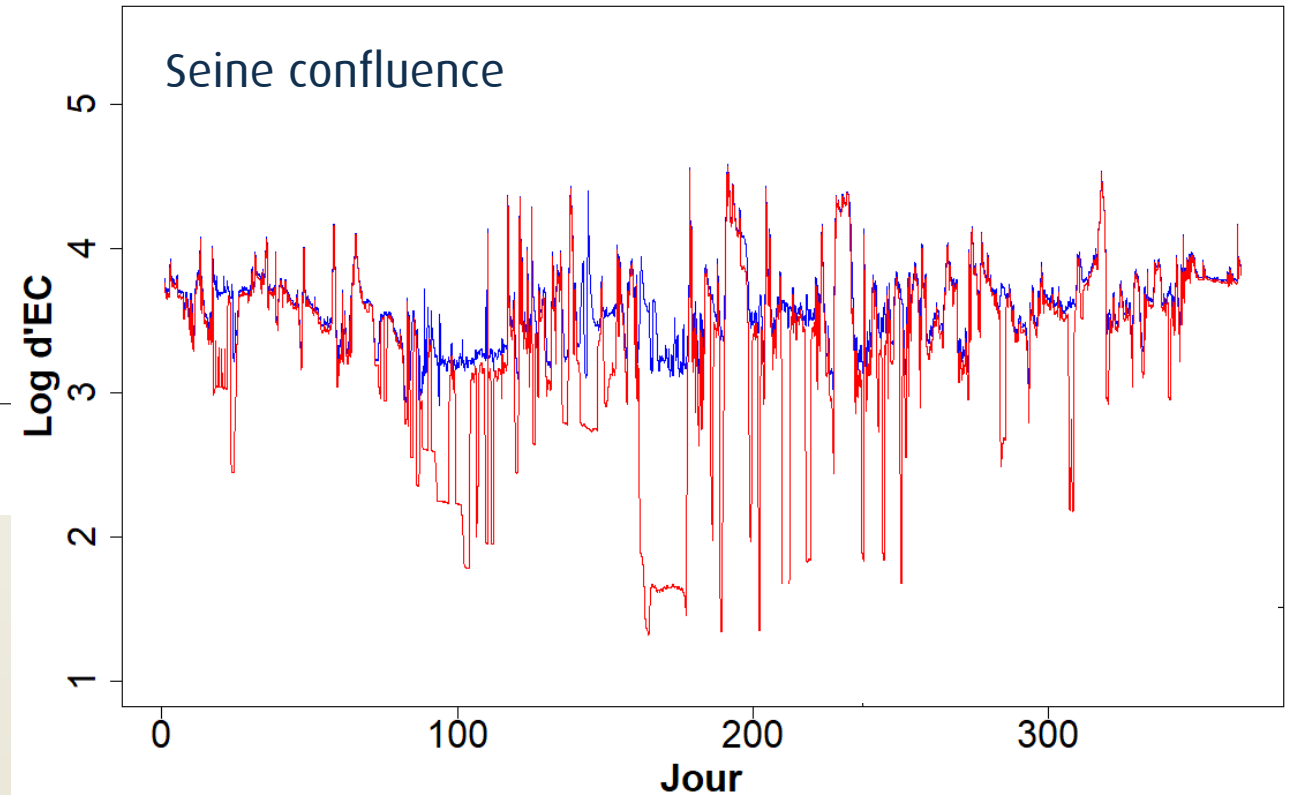
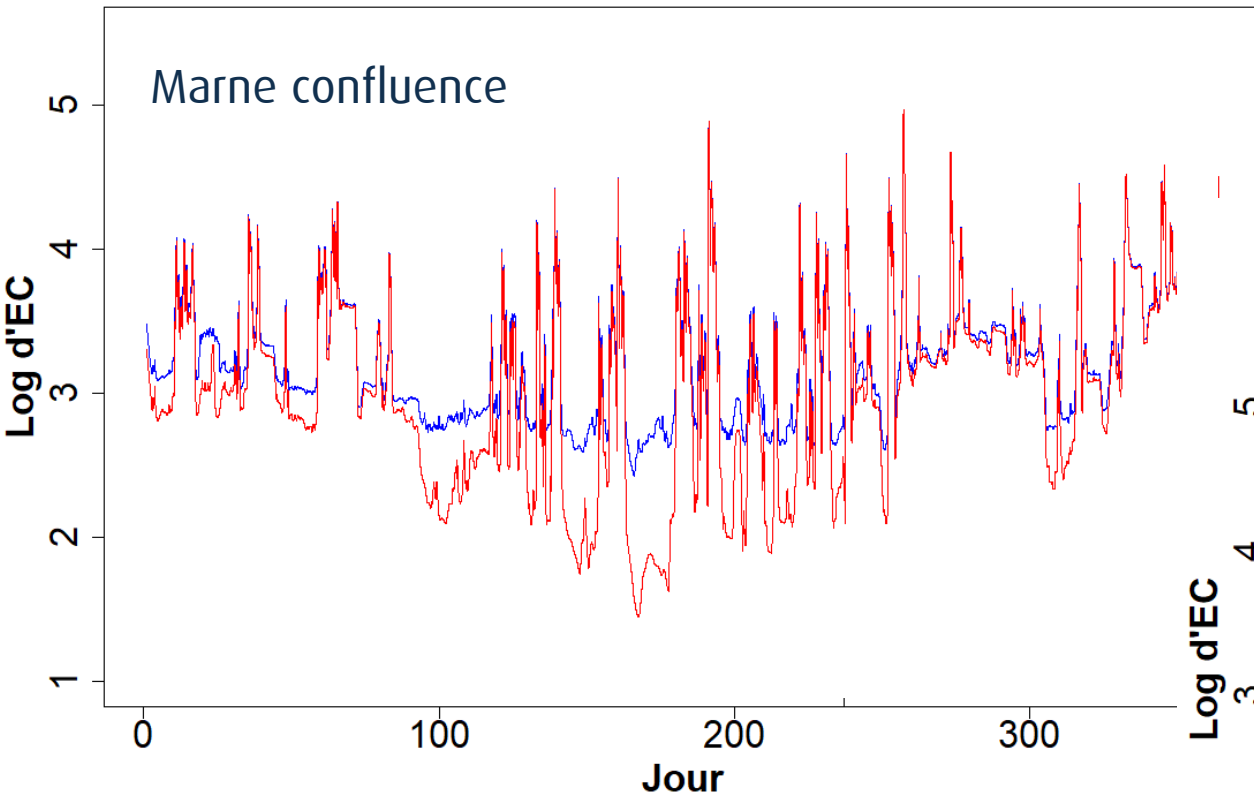
# Les mesures techniques projetées

- schéma directeur du SIAAP, et opérations par certaines collectivités :
  - désinfection sur les stations Seine-Valenton et Marne-Aval
  - travaux sur les connections (domiciles, bateaux)
  - limitation du ruissellement urbain
  - stockage/traitement des eaux pluviales

# Orientations des projets scientifiques en cours

- Analyser/prévoir les évolutions de la qualité sanitaire de l'eau, suivre/analyser les progrès, faire le lien entre flux d'apports & concentrations
  - du travail pour le modèle ProSe
- Contribuer à la gestion de la baignade, développement d'instruments de gestion potentiels (des fermetures)
  - Modèles statistiques fondés sur hydro-météorologie (exemple « Random Forest »)
  - Données en continu
  - Couplage données/modèle (purement statistique et/ou avec une touche de mécanique => ProSe)
- Poursuivre l'évaluation des risques sanitaires
  - Relation BIF/pathogènes en temps de pluie, vers une quantification du risque
- Réfléchir la question baignade au-delà du cercle des experts concernés par ce bel outil technique

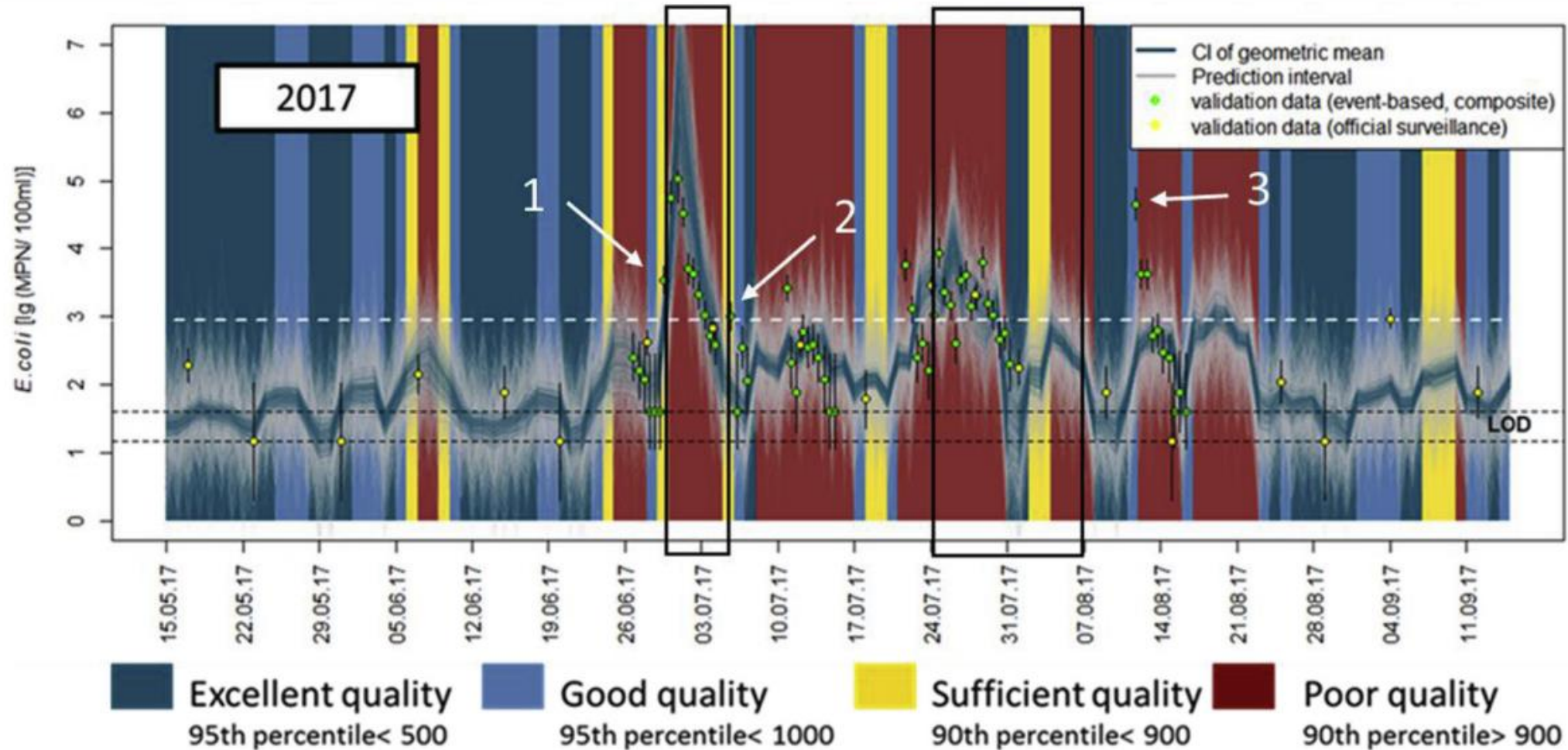
# Suivre l'évolution des aménagements



- 2017, actions sur les apports de temps sec (rejets STEU, rejets directs, cours d'eau urbains)

(P. Dupain)

# Gestion de la baignade : modèles statistiques (1)

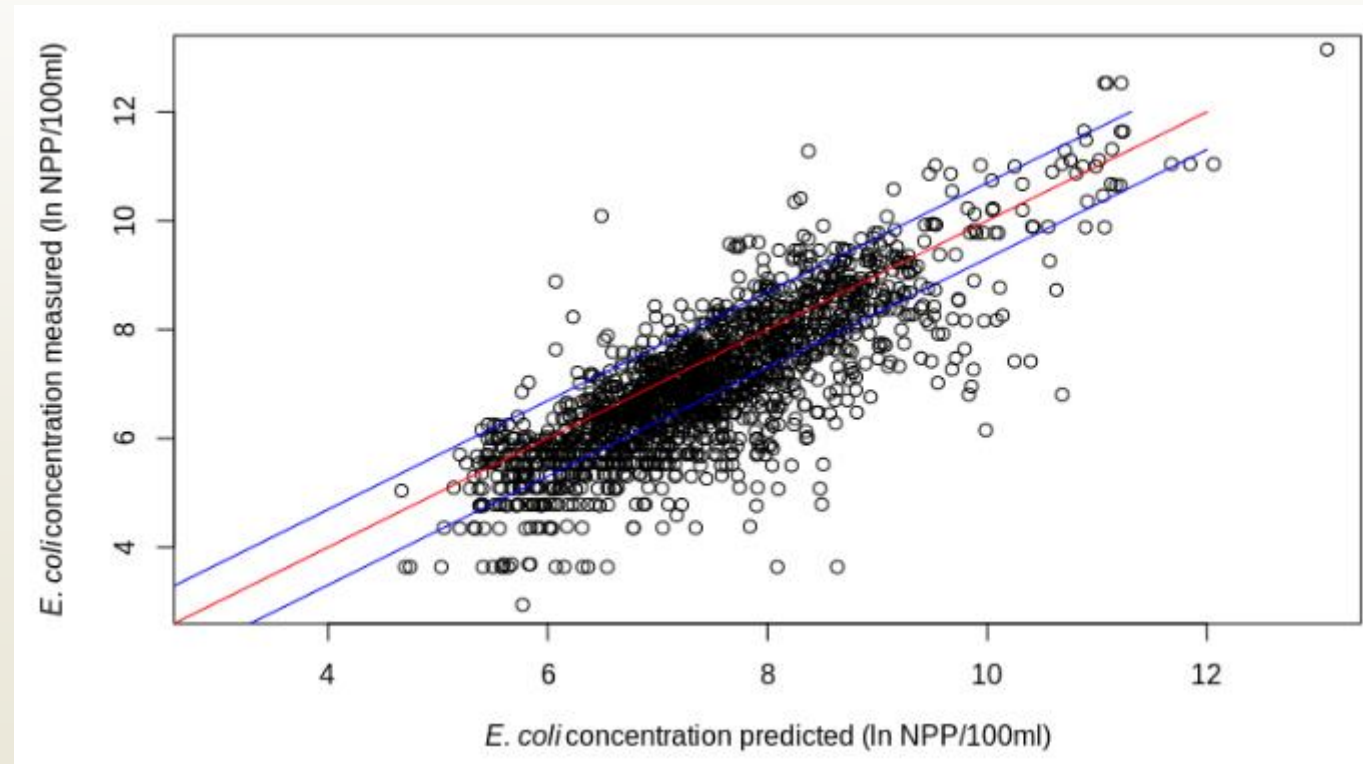


- Regression bayésienne, fonction du débit de la rivière et de la STEP, de la pluie des 1 à 4 jours précédents

(W. Seis et al., 2018)

# Gestion de la baignade : modèles statistiques (2)

- Application sur la Marne (Random Forest)
- Enjeu important : avoir un jeu de données assez grand et représentatif
  - Utiliser des données externes ?
  - Utiliser des mesures de qualité temps réel ?
  - Modèle mécaniste (ProSe) comme jeu de données complémentaires
  - ... et comme jeu de données représentatif du futur



(M. Maloufi et al. - P. Servais -, 2021)

Neuilly : pk 626.28

Saint Baudile

NG

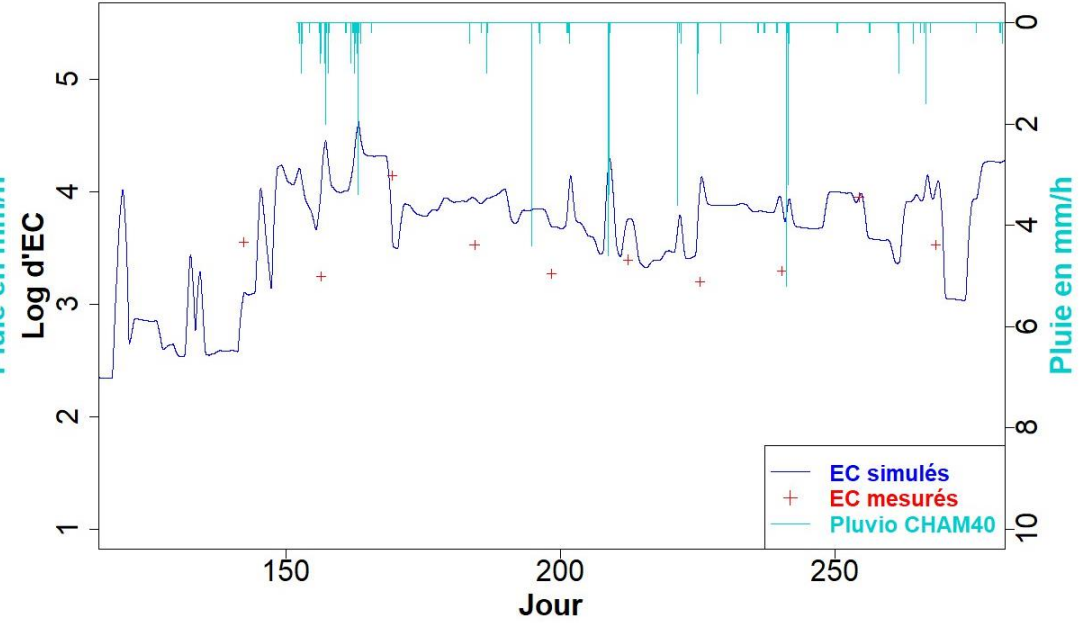
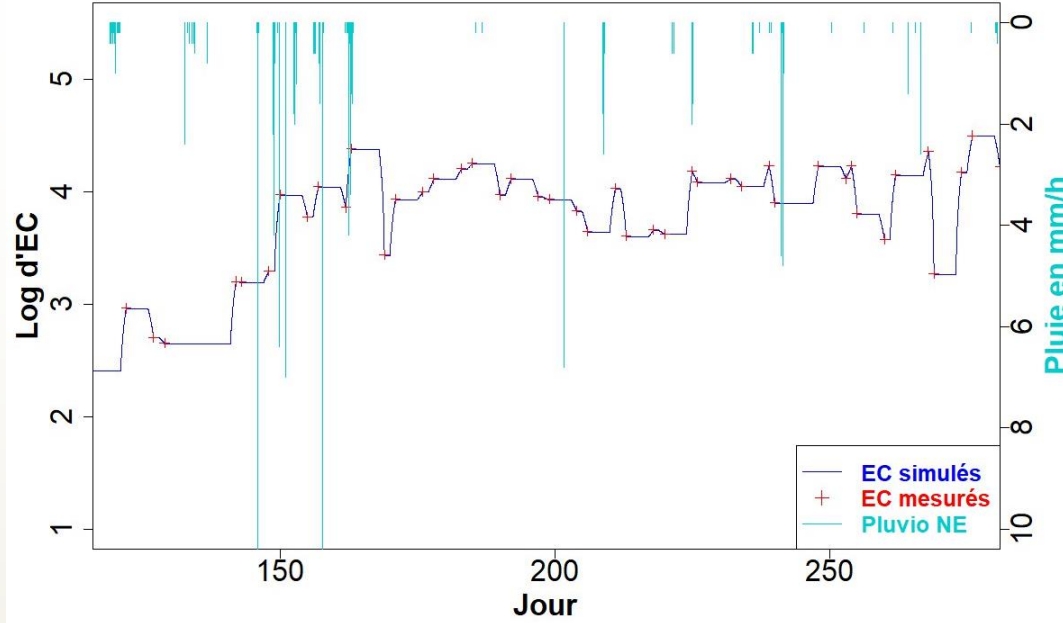
RC

Perreux<sup>2</sup>

Lande nord

Ru plage<sup>2</sup>

Champigny : pk 638.24



Champigny : pk 638.24

rue\_eglise<sup>2</sup>

MAV

m\_chennev

ru\_des\_marais

06\_01\_109

12\_53\_51

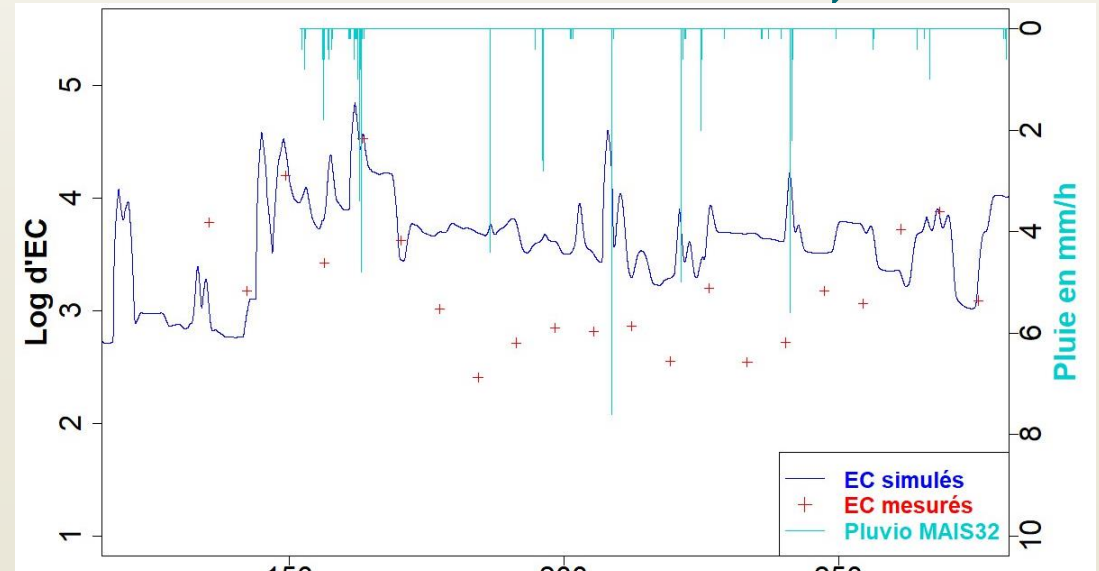
bois vincennes

Charenton DO et C5

Alfortville :  
pk 651.39

# Simulations de base (ici 2018 sur la Marne)

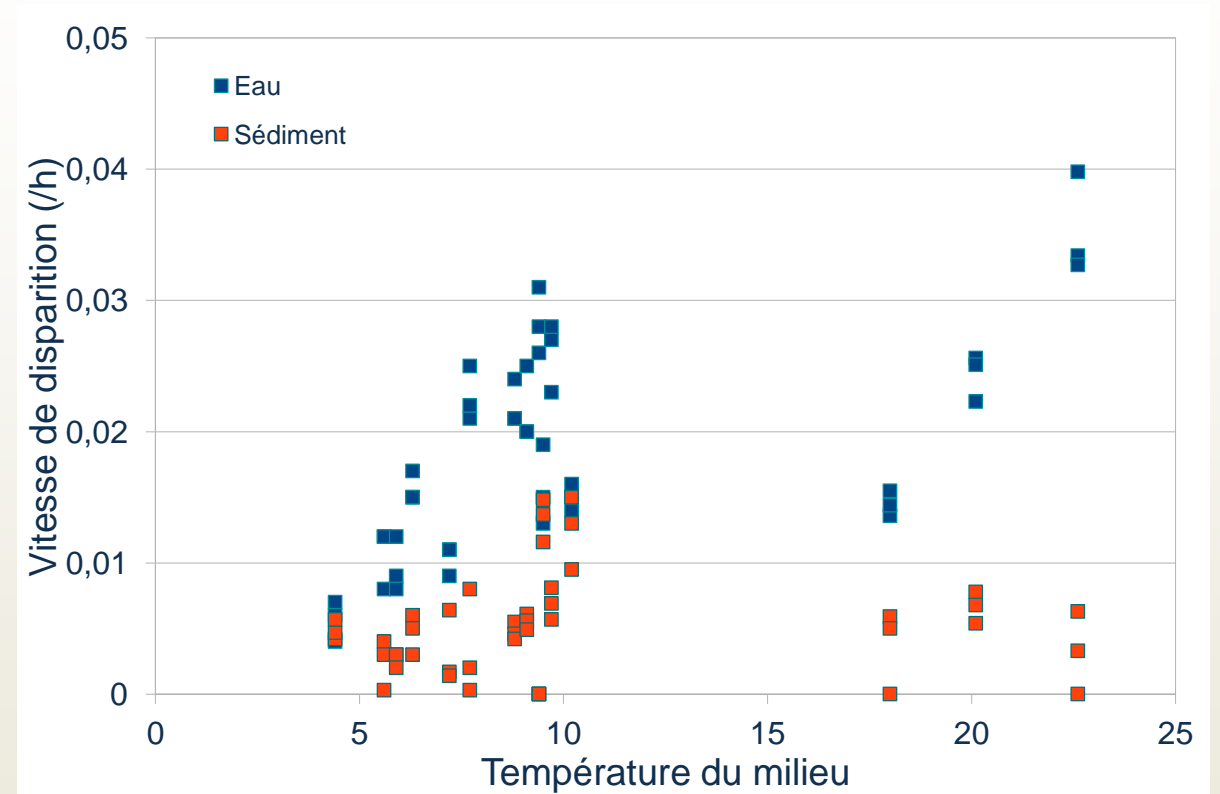
(P Dupain)



# La vitesse de disparition

- Valeur optimale de  $0.04 \text{ h}^{-1}$  confirmée
- Jeu plus complet de données de vitesse de disparition dans les sédiments
  - Effet de la densité des sédiments

Dégradation des  
E coli « totales » =>



(M. Gombert, E. Perisse, 2021)

# Apports : une question critique

## ➤ STEU

- Jeux de données importants, légères différences été/hiver
- Effet de la désinfection évalué

## ➤ Déversoirs d'orage

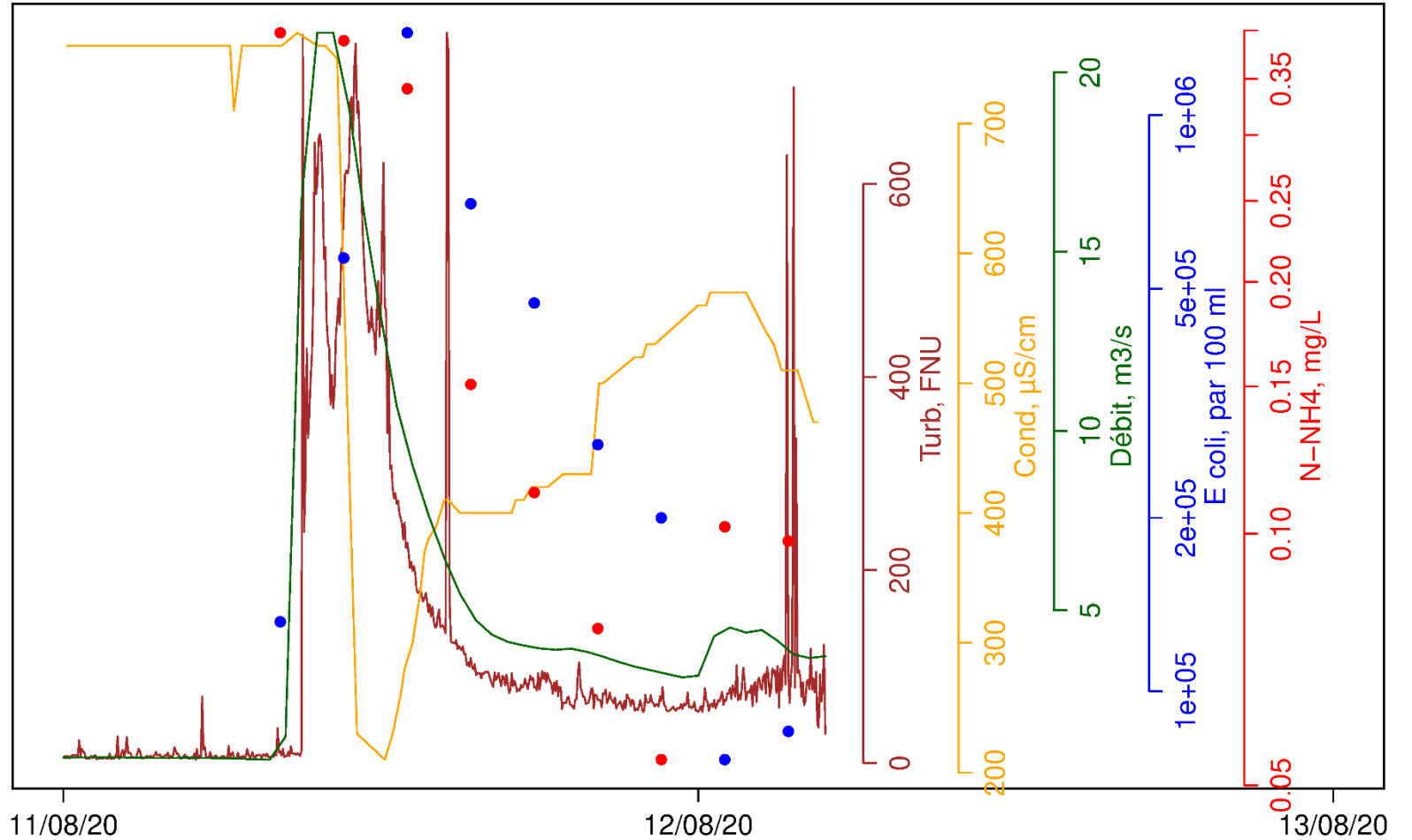
- Variabilité très importante qu'il faut réussir à maîtriser

## ➤ Affluents

- Très peu d'informations jusqu'ici

# Apports par les affluents (1)

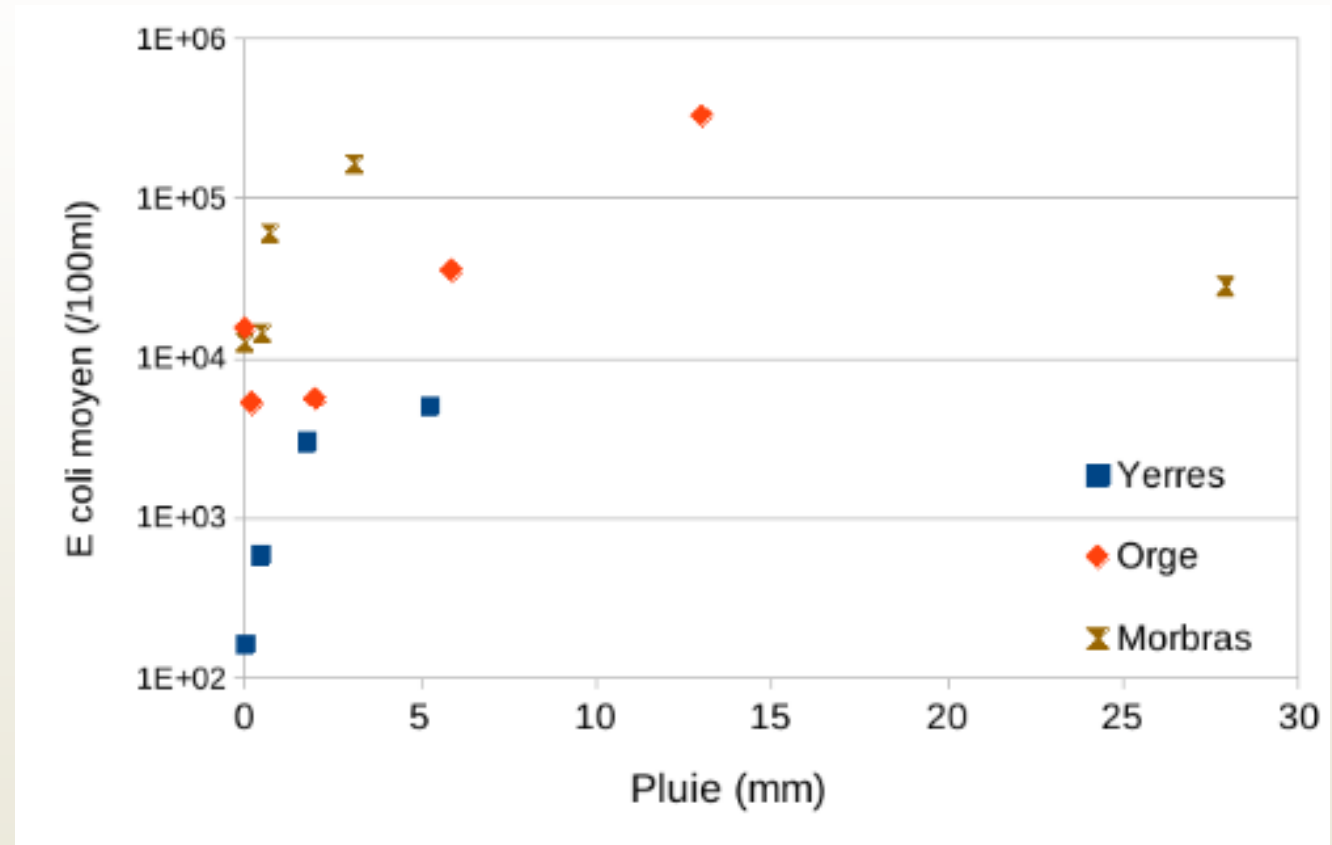
- ➔ Un travail de suivi au cours de l'été 2020 sur l'Orge, l'Yerres et le Morbras
- ➔ Un exemple sur l'Orge  
=>



(P. Dupain, A. Goffin, S. Housni, et al.)

## Apports par les affluents (2)

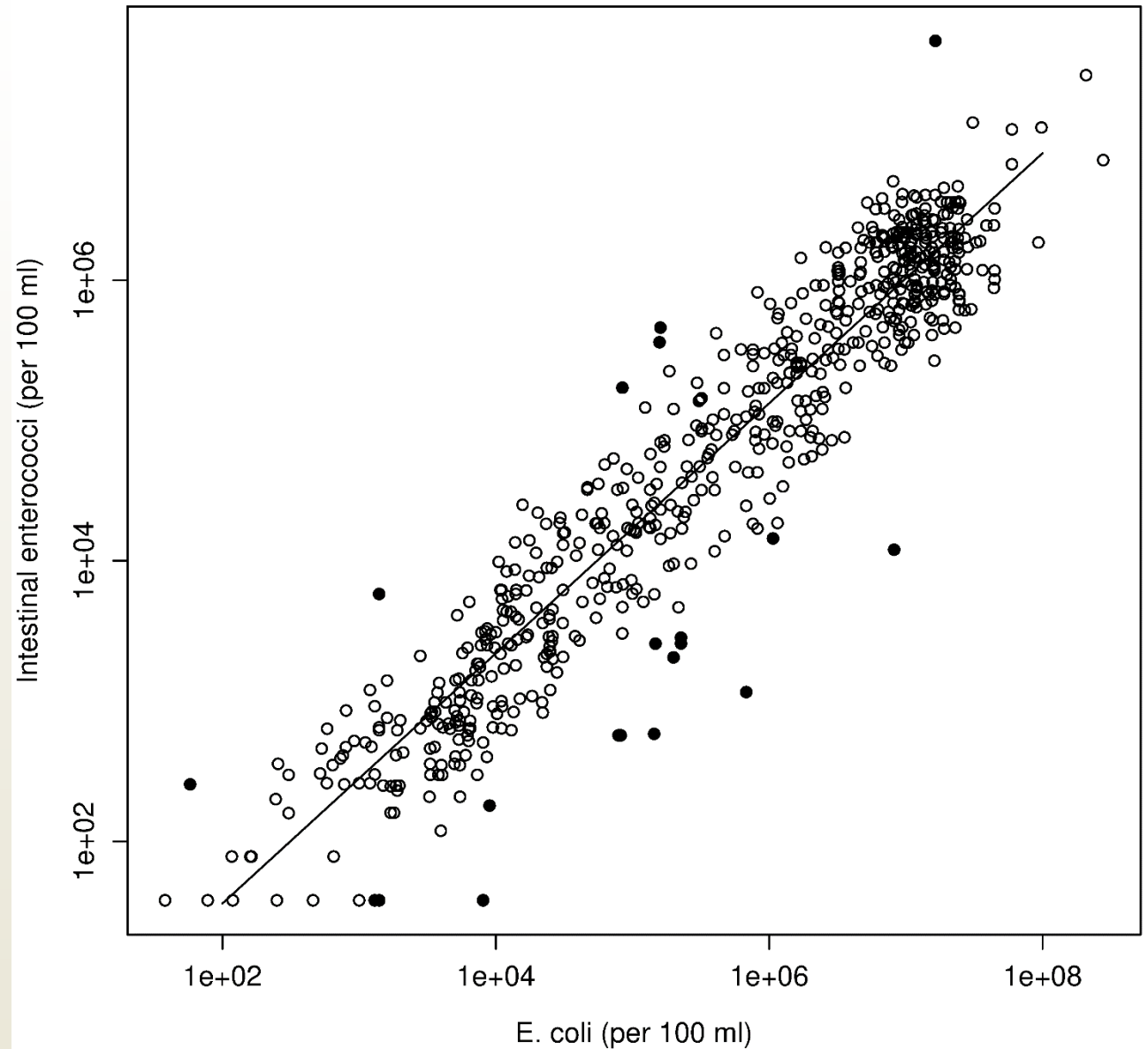
- ➔ Morbras > Orge > Yerres en temps sec comme en temps de pluie
- ➔ Croissance des teneurs avec la lame d'eau, et possible dilution pour fortes pluies



(P. Dupain, A. Goffin, S. Housni, et al.)

# Apports par les déversoirs d'orage (1)

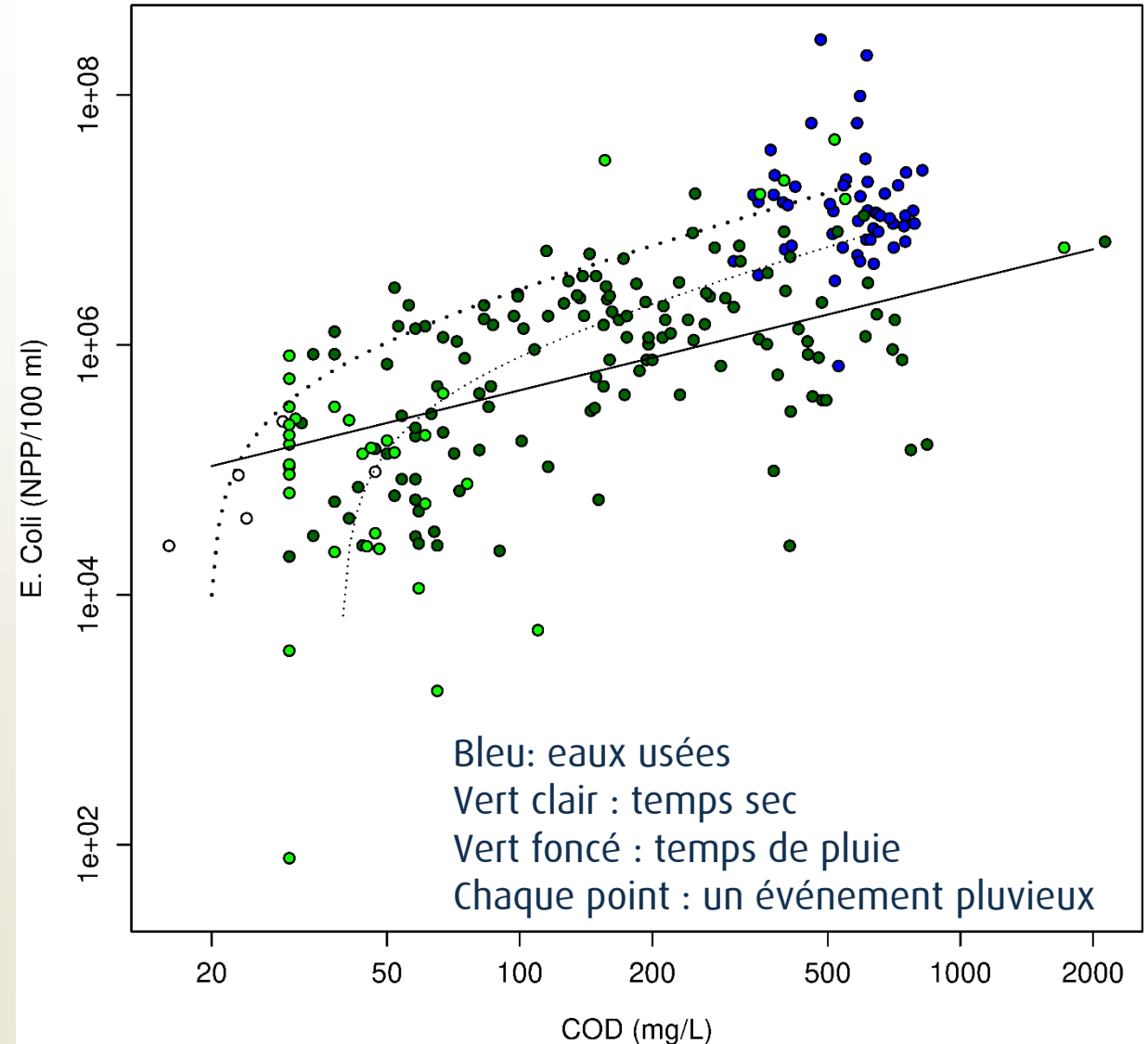
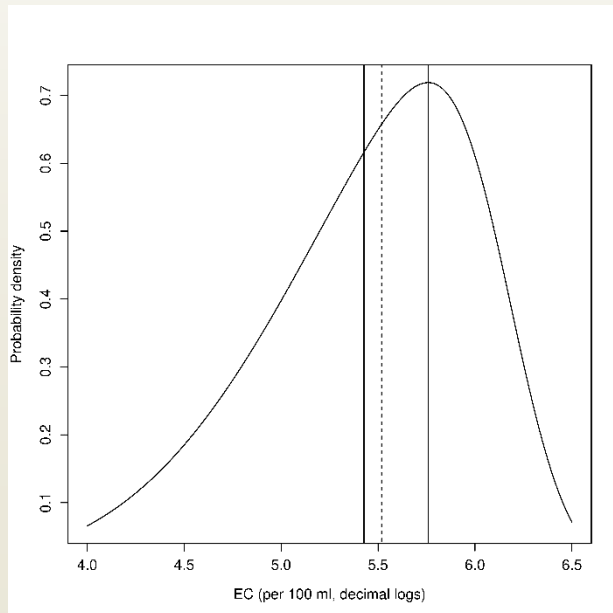
- Campagnes pour l'élaboration du schéma directeur du SIAAP + quelques campagnes complémentaires
- Données sur la période 2016-2020



(A. Jairy, J.P. Tabuchi et al.)

# Apports par les déversoirs d'orage (2)

- Relation entre E. coli et DCO
- La variabilité inter-déversoirs est la plus forte
- Utilisation des estimations réglementaires (auto-surveillance) pour estimer les E. coli
- Une loi pour simulations stochastiques

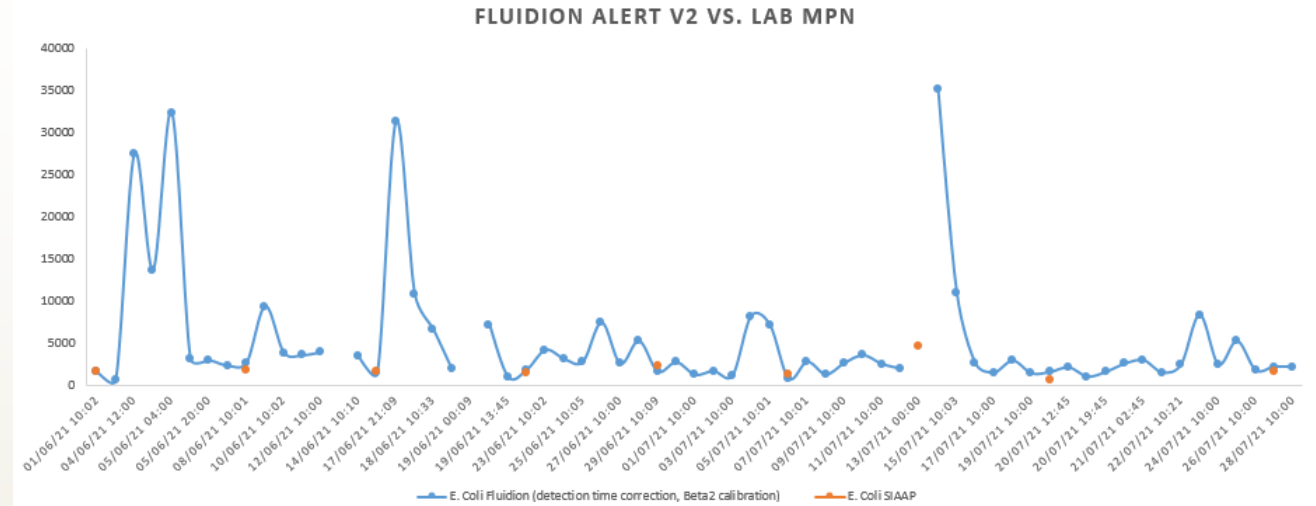
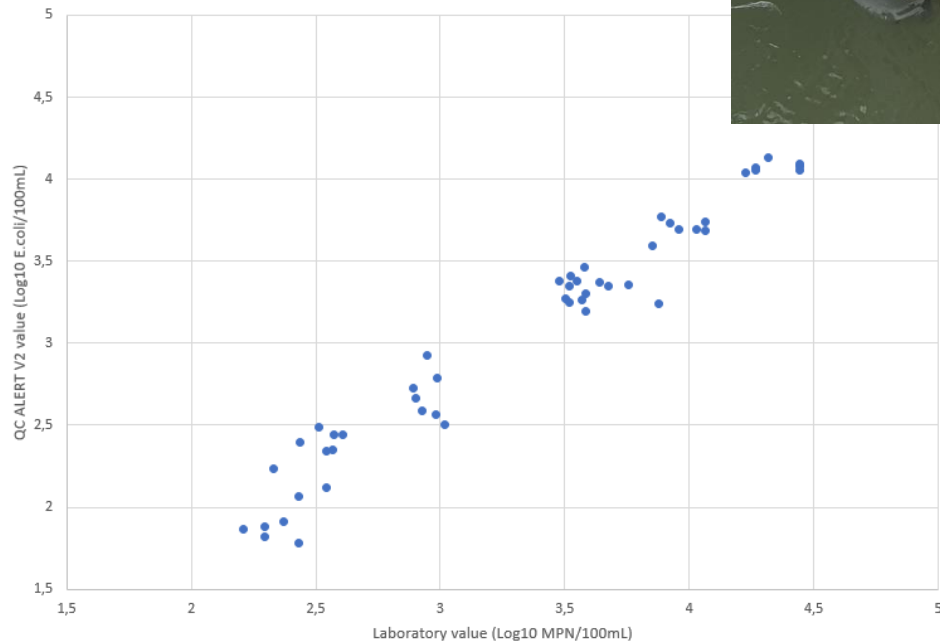


# Le potentiel des données temps réel (1)

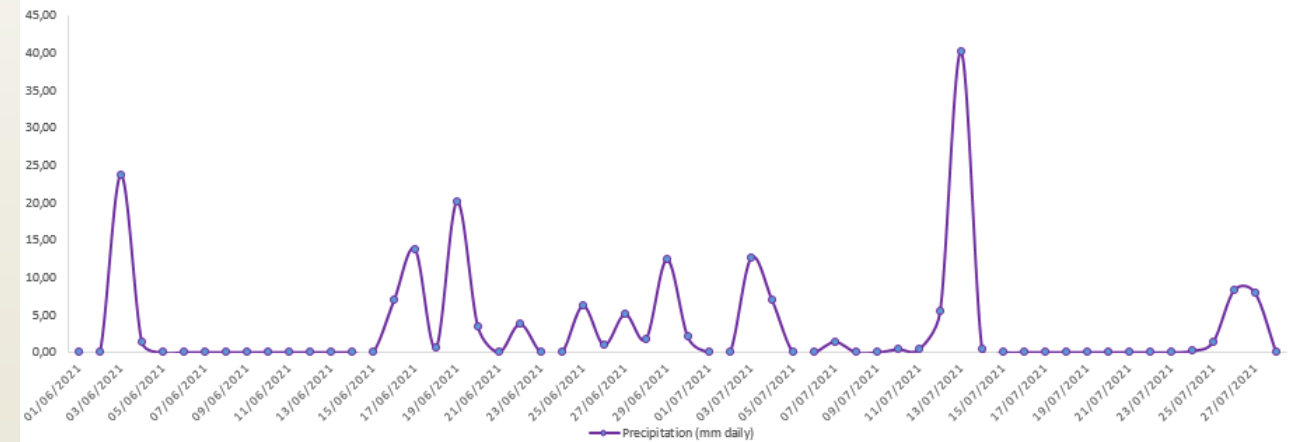
➔ ALERT, culture in situ, détection de l'activité enzymatique



ALERT vs. LAB MPN comparison

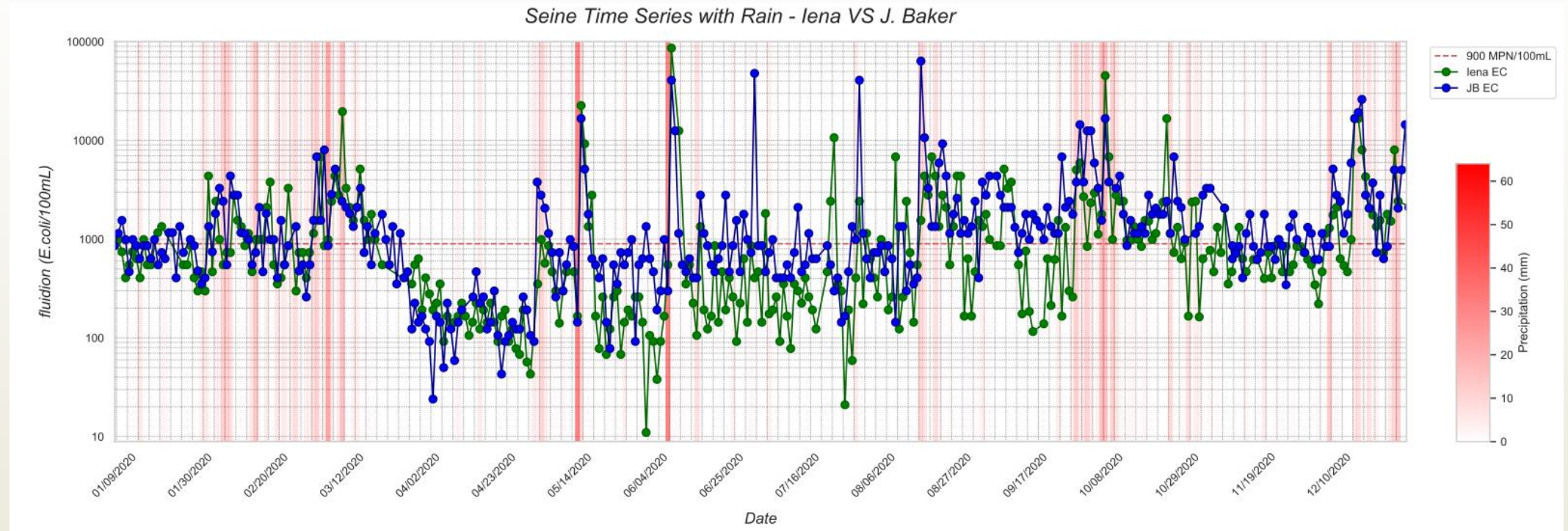


DAILY PRECIPITATION (ONLY)



(Fluidion, KWB, SIAAP, été 2021)

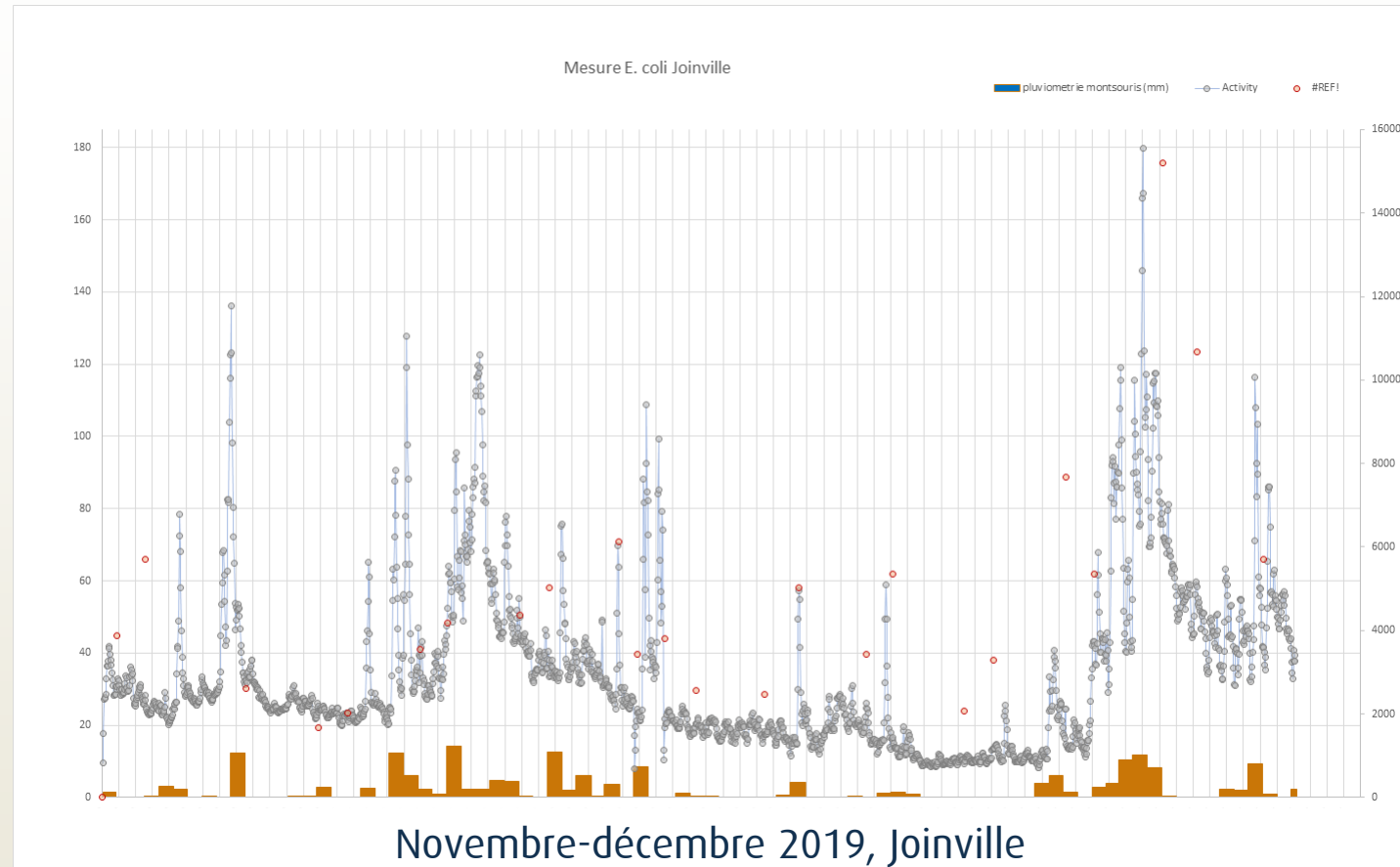
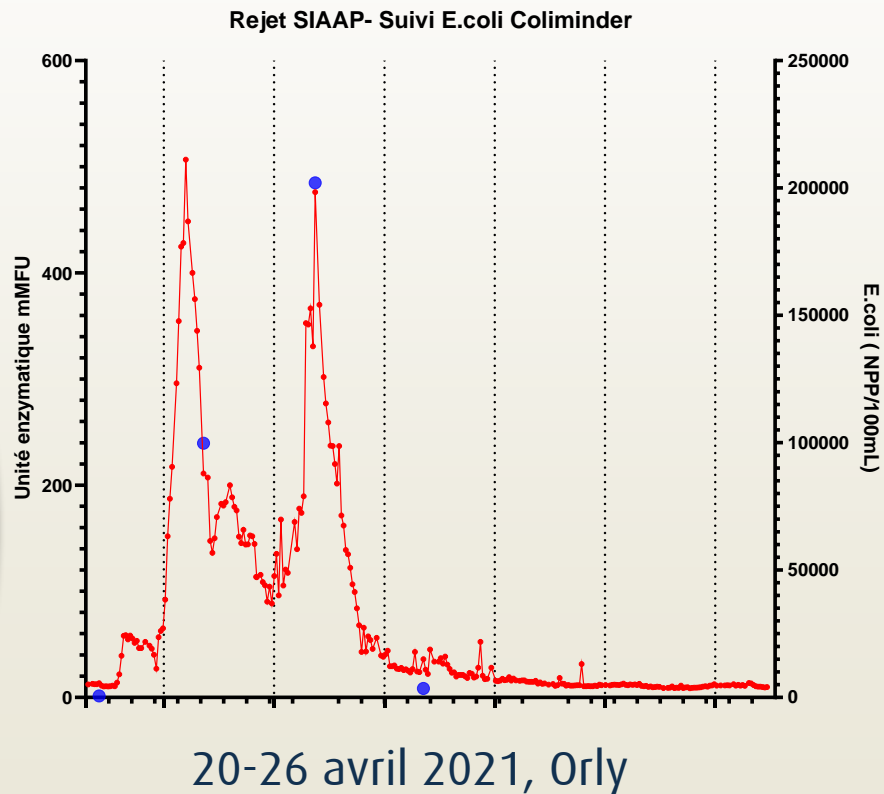
# Le potentiel des données temps réel (2)



(Fluidion, ville de Paris, année 2020)

# Le potentiel des données temps réel (3)

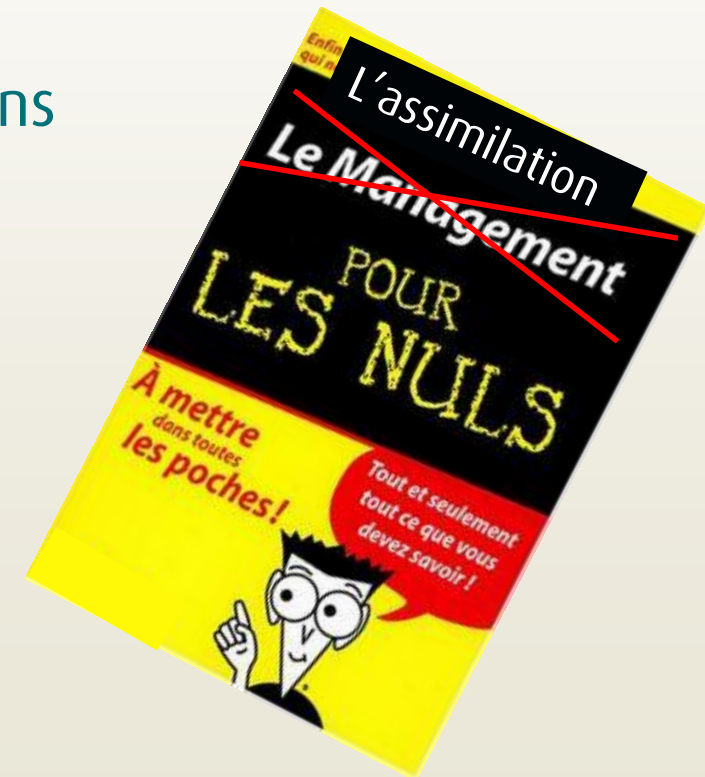
- Coliminder, mesure directe de l'activité glucosidase



(S. Haenn, L. Moulin, 2020-2021)

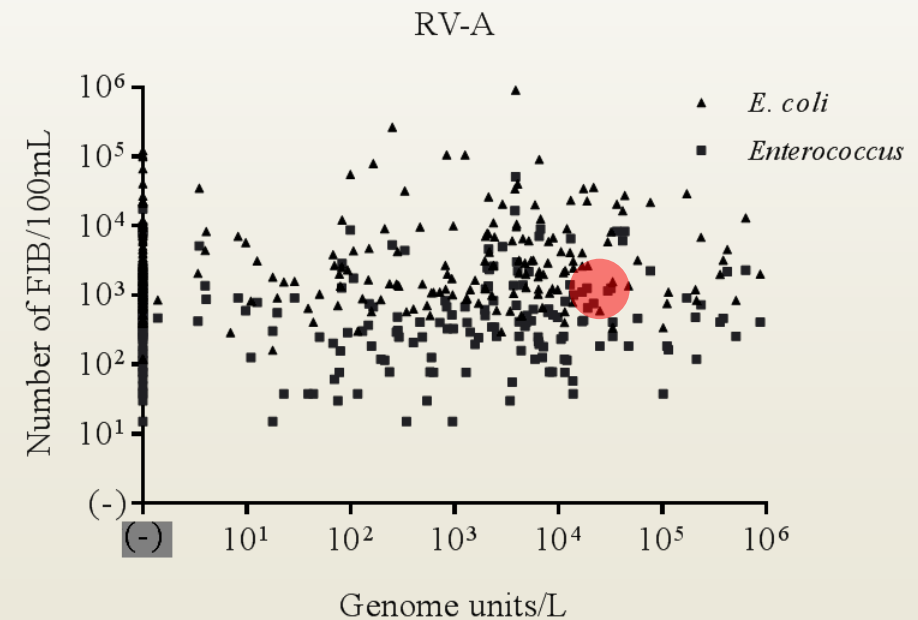
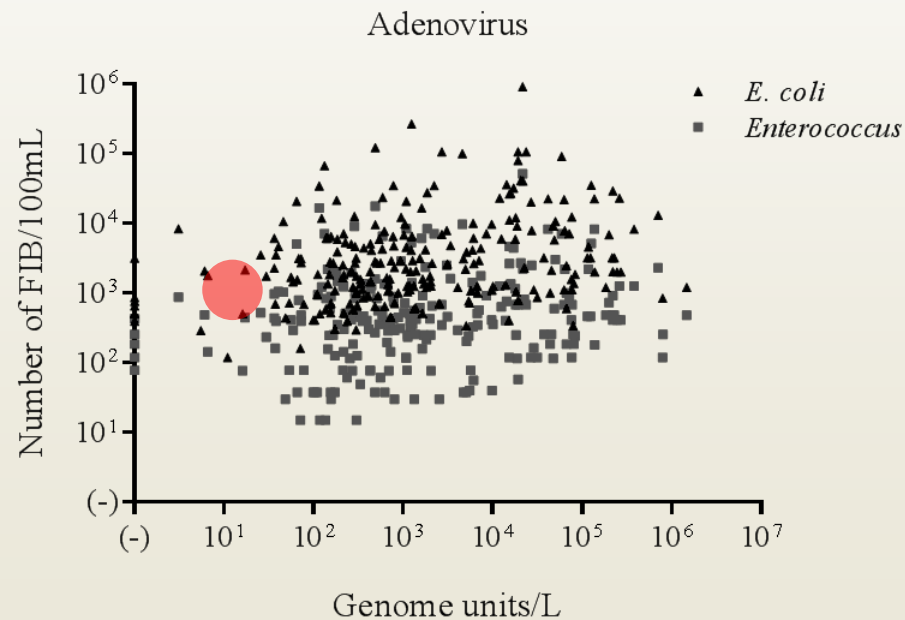
# Les orientations, un schéma pour l'assimilation

- Plusieurs simulations ProSe en parallèle
  - Différentes concentrations dans les apports (blocs de rejets)
    - et différentes concentrations amont ?
  - Différentes constantes de disparition
  - ... qui donnent des résultats de simulation différents
- Trier entre les simulations en fonction des observations
  - Lesquelles sont les plus plausibles
  - Leur donner des poids différents et faire évoluer les poids
  - ... et on continue



# On n'oublie pas que les BIFs ne sont que des indicateurs

- Une large gamme de micro-organismes et pathogènes étudiés par temps sec et par temps de pluie : BIF, indicateurs bactériens, virus entériques, phages,
- Sites prévus : bassin de la Villette, St Maur, Ivry, et des rejets urbains de différents types



(M. Maloufi, collab. Eau de Paris)

# Une « communauté des utilisateurs »

- Communauté des Utilisateurs qui est constituée des grands acteurs qui travaillent sur la baignade
  - les conseils départementaux 94 et 93, le Syndicat Marne Vive, la ville de Paris, la DJS, la DJOPGE, l'ARS, l'AESN, la DRIEAT, des villes intéressées et l'EPT 12
- Avec une mission assez technique :
  - Le contenu de l'application experte (les sorties de l'outil de prévision, et quoi d'autre pour décider de l'ouverture des sites ?)
  - Le contenu de l'application publique
  - Les enjeux techniques des deux applications
  - Les enjeux commerciaux de l'application publique

# Enquête sur la gouvernance de la baignade

Des visions différentes de la baignade au cours du temps

- la baignade spontanée promue par les mouvements de reconquête de l'espace public en ville (Laboratoire des baignades urbaines expérimentales)
- la reconnexion avec la nature comme levier pour l'adhésion aux objectifs de la DCE
- La baignade zéro défaut et physiquement sécurisée

Des inquiétudes non bactériologiques chez les élus

- Des implications concrètes mal connues
- Des services qui craignent de communiquer sur le sujet



(G. Rouillé-Kiélo et G. Bouleau)

# Comparaison Paris-Berlin

A Bâle, Copenhague, Berlin la baignade en eau libre est une pratique beaucoup moins encadrée.

A Berlin

- des difficultés similaires voire accrues sur la gouvernance des infrastructures pour la baignade dans la Spree (adéquation budget, compétence technique et coordination entre réseaux)
- des réticences importantes de la part des gestionnaires des espaces dédiés ou pressentis pour la baignade (conflits d'usage)

(G. Rouillé-Kiélo)