

# ELIMINATION DES BACTÉRIES FÉCALES DANS LES REJETS DES STATIONS D'ÉPURATION

## Etude de la désinfection par voie chimique

Vincent Rocher, Romain Mailler, Perrine Mèche, Sébastien Pichon, Jean Bernier, Sabrina Guérin, Angélique Goffin, Julien Leroux, Thierry Pigot, David du Pasquier, Laurent Paulic, Dan Agélescu, Sam Azimi

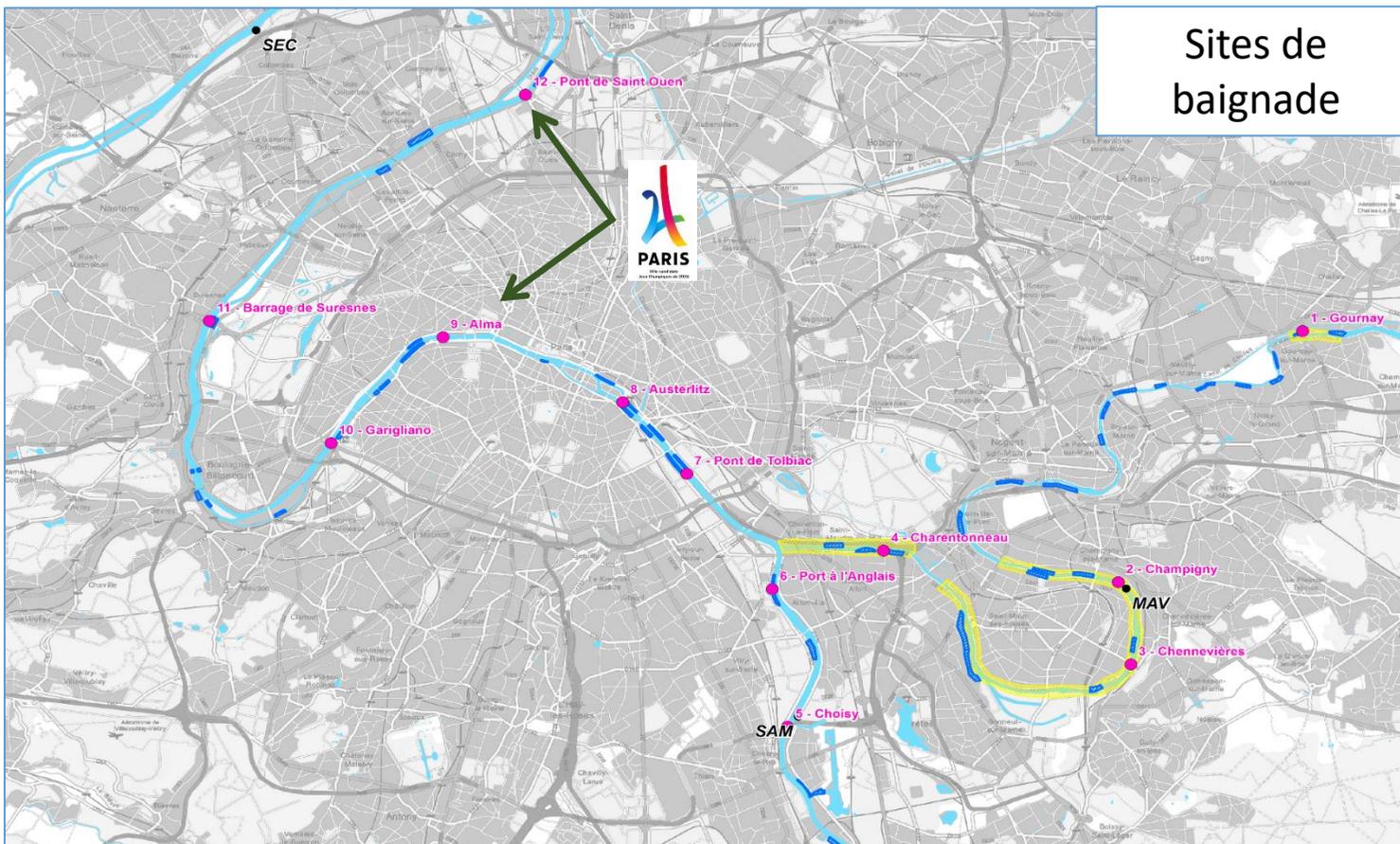


Speaker : Sam AZIMI  
Session : Session 19

#ASTEE2020

# Contexte

- Accueil des jeux olympiques et paralympiques 2024
  - 2 sites ciblés : Paris et Seine Saint Denis
- Volonté de pérenniser les actions et les sites de baignade
  - 49 sites présélectionnés par l'APUR (Atelier Parisien d'URbanisme)



Sites olympiques



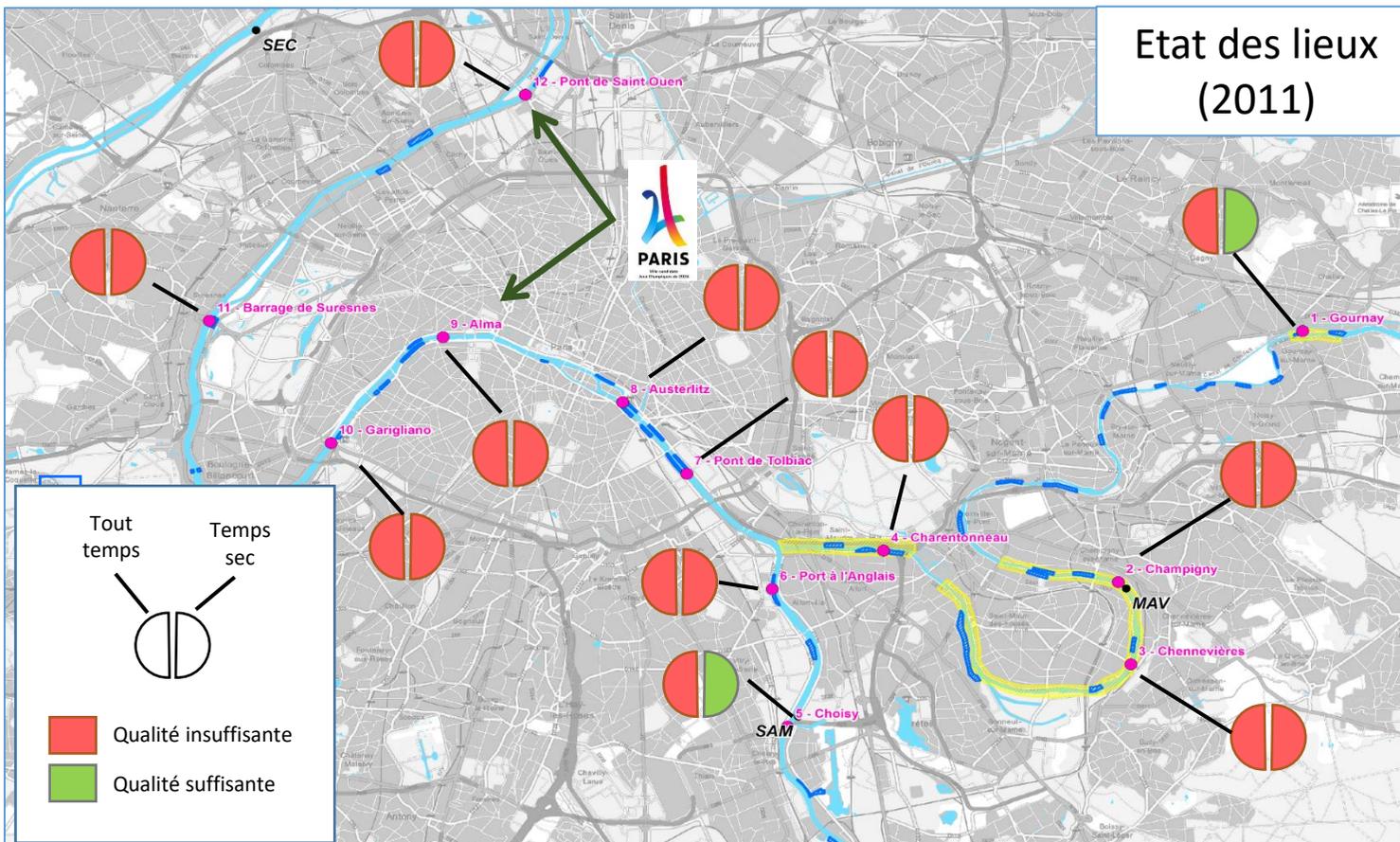
Sites proposés par APUR



Sites étudiés en Marne

# Contexte

- L'état des lieux montre une situation perfectible
  - Seulement 2 sites en qualité suffisante en temps sec



Etat des lieux (2011)

Seuils de qualité pour la baignade (suffisante)

UFC/100 mL	Seuils
E. Intestinaux	330
E. Coli	900

Evaluation du percentile 90

# Contexte

- L'état des lieux montre une situation perfectible
  - Seulement 2 sites en qualité suffisante en temps sec
- Groupe de travail « Qualité de l'eau et baignade »
  - Quantifier les rejets et définir un plan d'action adapté



*Branchement incorrects / établissements flottants*

Temps sec



*Rejet STEP*



*RUTP*

Temps de pluie



*Ruissellement*



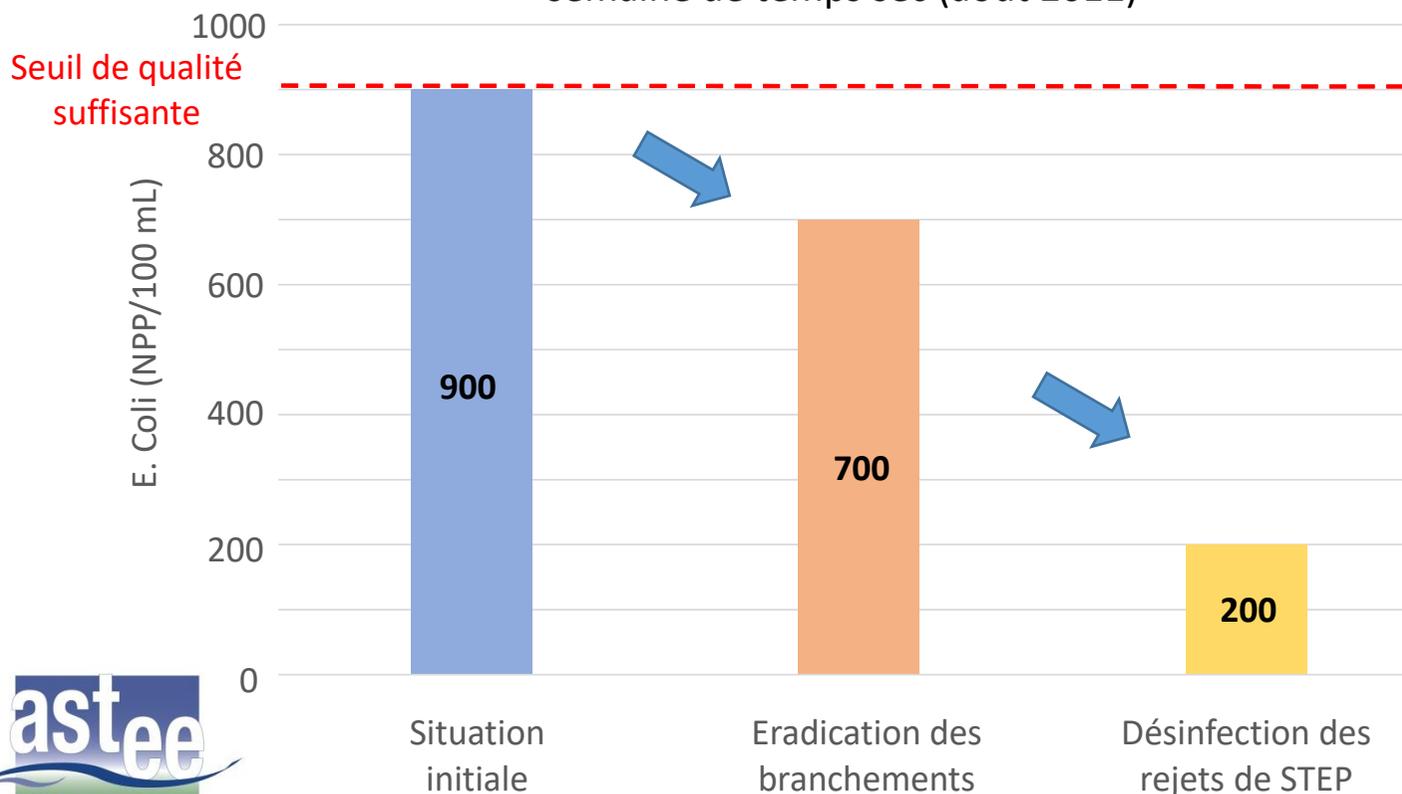
# Contexte

- L'état des lieux montre une situation perfectible
  - Seulement 2 sites en qualité suffisante en temps sec
- Groupe de travail « Qualité de l'eau et baignade »
  - Quantifier les rejets et définir un plan d'action adapté

Rejet STEP



Concentrations en E. Coli simulées à Alma sur la base d'une semaine de temps sec (août 2011)



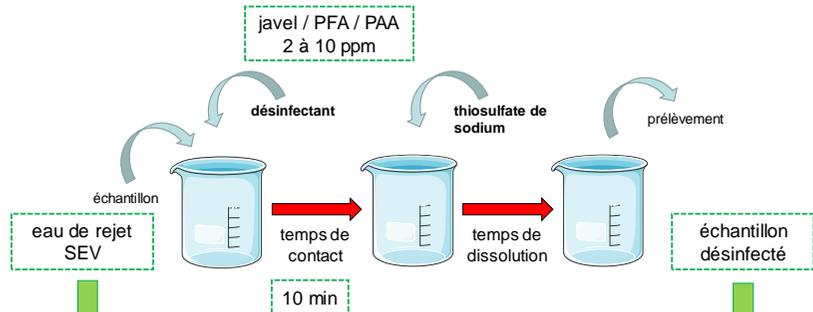
**Impact significatif de la désinfection**

sur la qualité des eaux de Seine au cœur de Paris en temps sec

# Désinfection chimique au PFA

- Des expérimentations en laboratoires aux essais industriels

## Expérimentations en laboratoire



analyses:  
PG, BIF



analyses:  
MES, COD,  
BIF

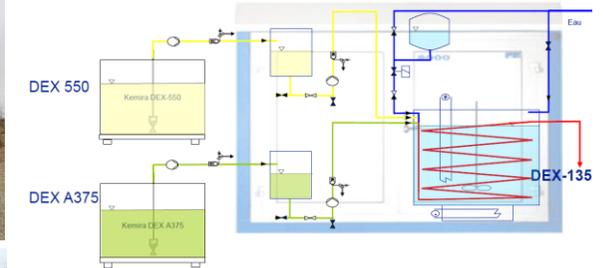
**Pré-étude**  
Fabrication  
Titration  
Stabilité  
Interférences analytiques

**Performances**  
Abattement  
Facteurs d'influences  
Mécanismes

**Innocuité**  
Sous-produits  
Modifications matrice  
Impact milieu

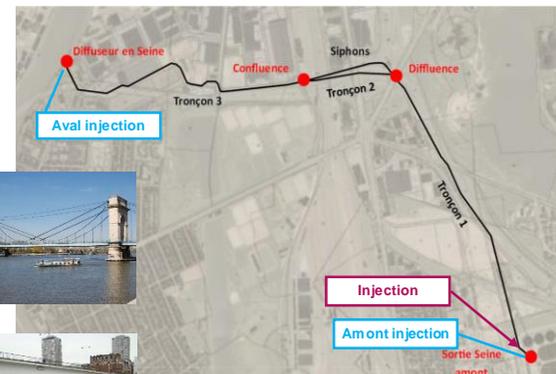
Définition des conditions opératoires à l'échelle industrielle

## Mise en œuvre au rejet de SEV



**Kemira** KemConnect DEX®

DEX 550 : peroxyde d'hydrogène  
DEX A375 : acide formique catalysé  
DEX 135 : acide performique



10 semaines de suivi  
27/08/18 au 02/11/18

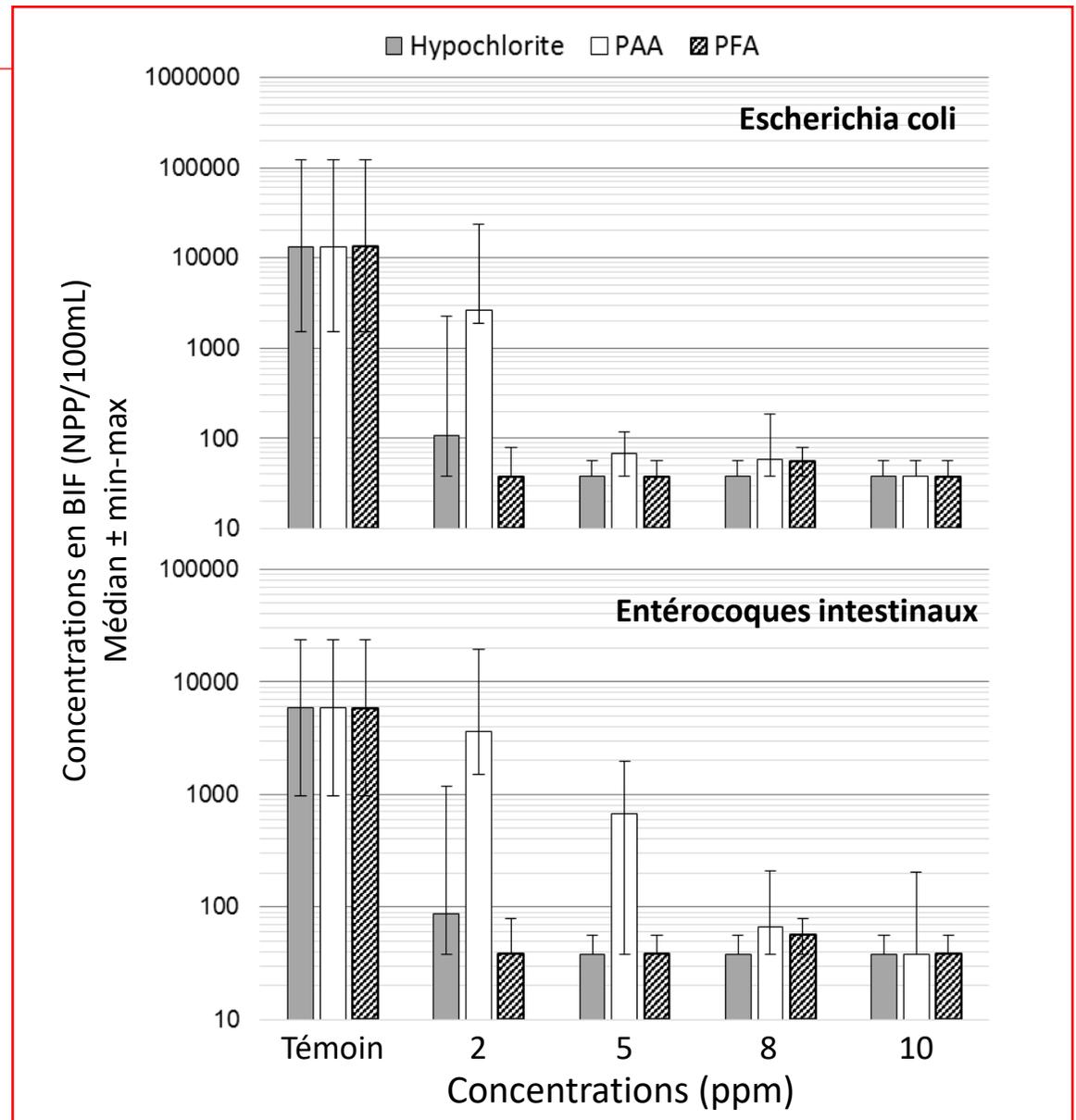
**STEP**  
Vérification de l'efficacité

**Milieu naturel**  
Vérification de l'innocuité

S35	S36	S37	S38	S39	S40	S41	S42	S43	S44
1,0ppm	-	1,2ppm	-	1,2ppm	-	0,8ppm	-	2,0ppm	-

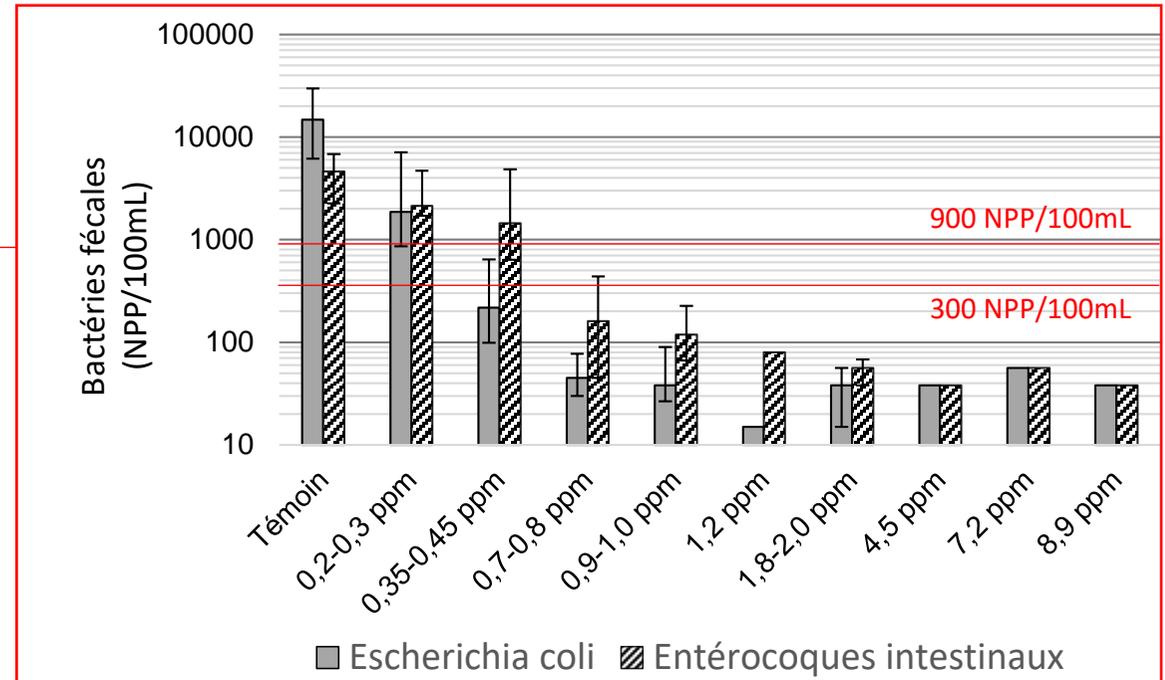
# Evaluation des performances du PFA

- Efficacité supérieure aux autres désinfectants
- Efficace à faible dose
- Efficace vis-à-vis des bactéries sporulées
- Désinfection définitive
- Disparition rapide PFA



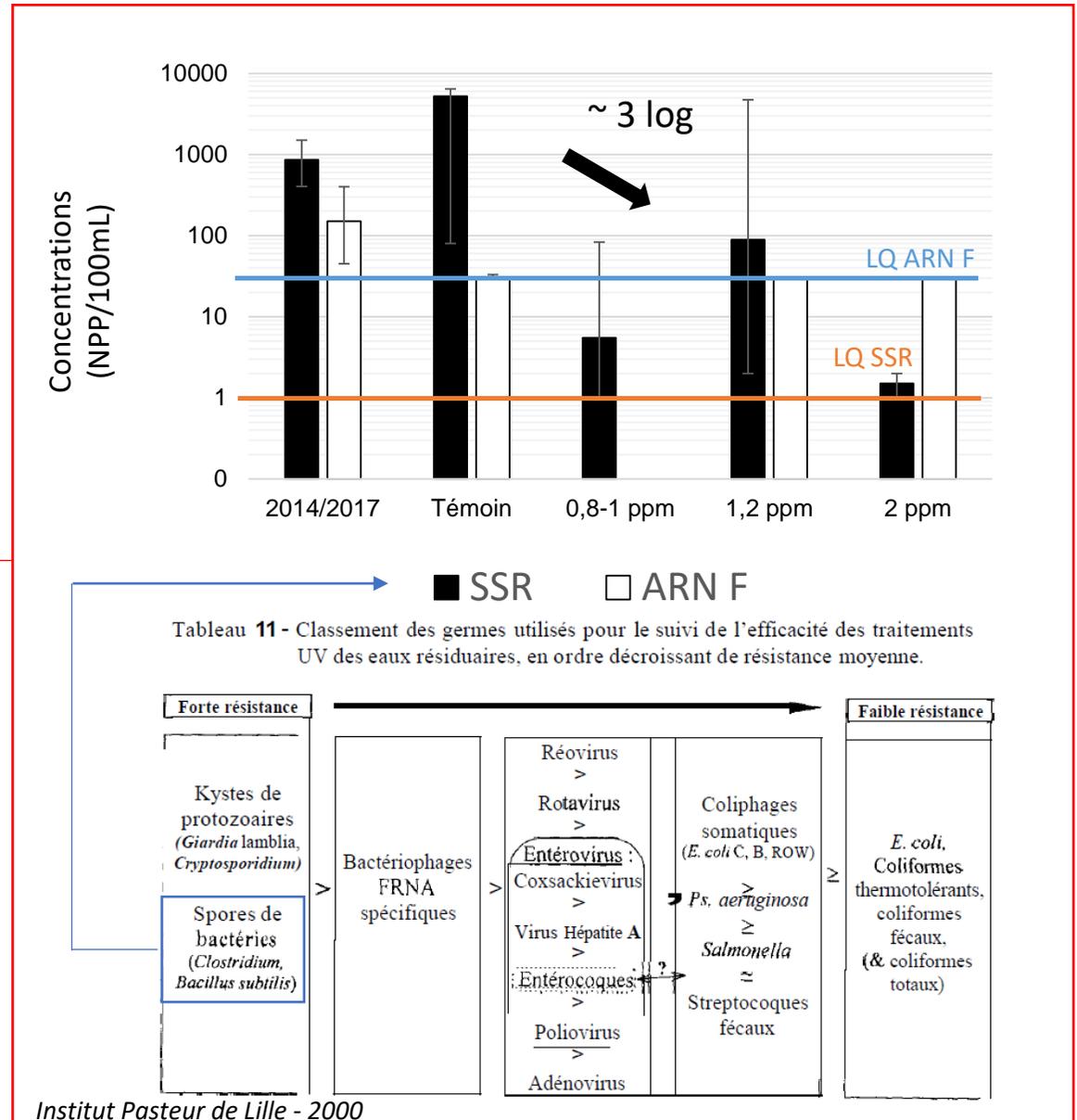
# Evaluation des performances du PFA

- Efficacité supérieure aux autres désinfectants
- **Efficace à faible dose**
- Efficace vis-à-vis des bactéries sporulées
- Désinfection définitive
- Disparition rapide PFA



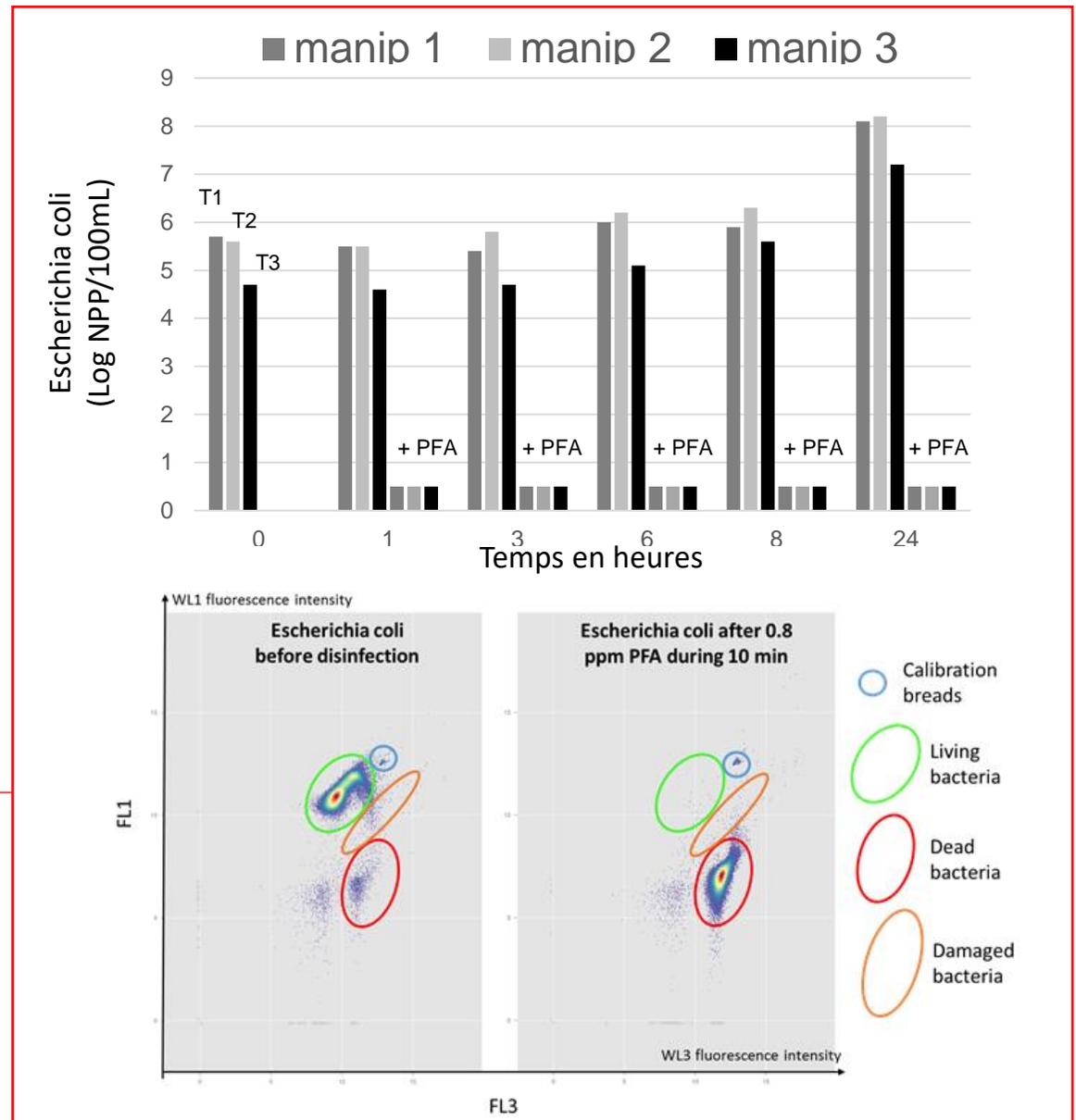
# Evaluation des performances du PFA

- Efficacité supérieure aux autres désinfectants
- Efficace à faible dose
- **Efficace vis-à-vis des bactéries sporulées**
- Désinfection définitive
- Disparition rapide PFA



# Evaluation des performances du PFA

- Efficacité supérieure aux autres désinfectants
- Efficace à faible dose
- Efficace vis-à-vis des bactéries sporulées
- Désinfection définitive
- Disparition rapide PFA



# Evaluation des performances du PFA

- Efficacité supérieure aux autres désinfectants
- Efficace à faible dose
- Efficace vis-à-vis des bactéries sporulées
- Désinfection définitive
- **Disparition rapide PFA**

## Décomposition PFA dès le canal de rejet

Tps demi-vie : 16 mn (20°C) dans le rejet

Tps demi-vie : 53 mn (20°C) dans Seine

Obtenus sur matrice réelle SEV, sans bactéries fécales

## Disparition rapide des produits de décomposition

Biodégradation acide formique rapide sans impact sur oxygénation rivière (0,35 mgO<sub>2</sub>/mg AF)

Réduction de l'eau oxygénée, formation H<sub>2</sub>O et O<sub>2</sub>

Dissociation acide sulfurique, libération de sulfate

## Absence impact sur la Seine

Acide formique < 0,01 mg/L – **200 fois < PNEC**

H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> < 0,01 mg/L – **400 fois < PNEC**

SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> < 0,04 mg/L – **Très Bon Etat - SEQ-Eau : 250 mg/L**

# Innocuité de la désinfection au PFA

- Pas de production de sous produits réactionnels
- Effets éco-toxicologique (essais laboratoire / essai industriel)

## AOX\* – Production minimale d'AOX

30-50 µg/L dans les eaux de rejet (+ 0-10 µg/L avec PFA)

Formation nulle ou minimale << ajout chlore (+150 µg/L)

## Pas sous-produit organo-halogénés

(Trihalométhanes / Haloacétonitriles / Haloacétone / Halonitrométhane)

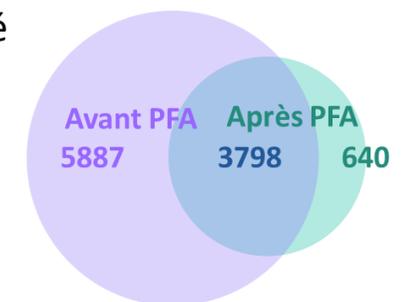
[THM] < seuils potabilisation\*\* même en conditions surdosage

## Pas de Nitrosamines

Aucune production à des doses comprises entre 2-100 ppm

## Réduction massive de la « forêt de pics »

Disparition de 2000 marqueurs d'intensité



\* Composés contenus dans les substances organiques adsorbables sur charbon actif (chlore, brome, iode)

\*\* Total THM = 100 µg/L

# Innocuité de la désinfection au PFA

- Pas de production de sous produits réactionnels
- Effets éco-toxicologique (essais laboratoire / essai industriel)

## Toxicité générale

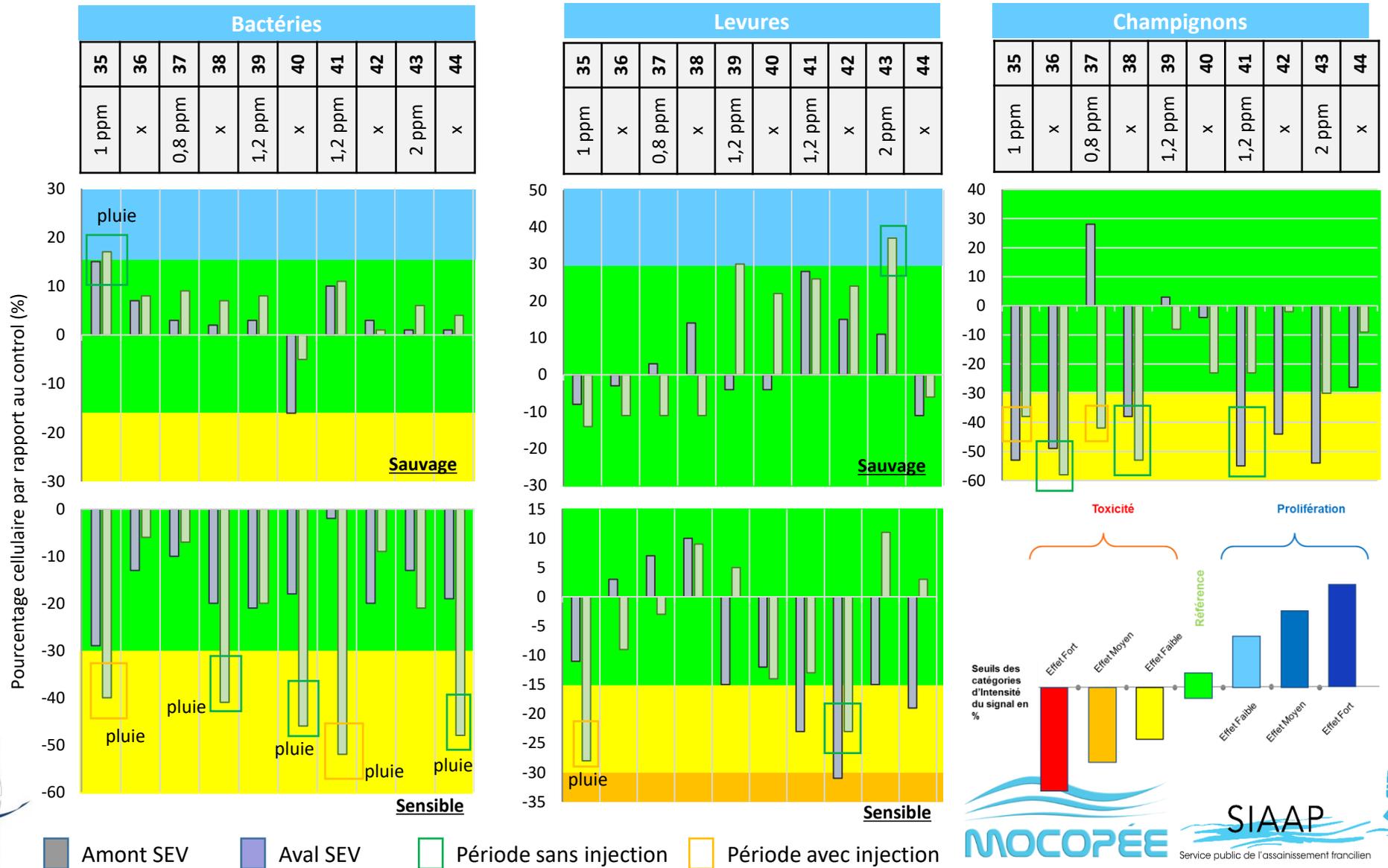
	Espèces	Format du résultat
Levures	Saccharomyces cerevisiae 2 souches à sensibilités différentielles (WT / AD1-9)	Population cellulaire en % / contrôle
Bactéries	Escherichia coli 2 souches à sensibilités différentielles (AG 100A / NR698)	Population cellulaire en % / contrôle
Champignons	Septoria tritici	Population cellulaire en % / contrôle

## Perturbation endocrinienne

Test	Espèces		Format du résultat
Thyroïdien	Amphibien	X. Laevis	Equivalent hormonal hormone thyroïdienne (T3) ou % atteinte seuil effet
Oestrogénique	Poisson	O. Latipes	Equivalent hormonal hormone éthinylestadiol ou % atteinte seuil effet
Androgénique	Poisson	O. Latipes	Equivalent hormonal hormone flutamide ou % atteinte seuil effet

# Innocuité de la désinfection au PFA

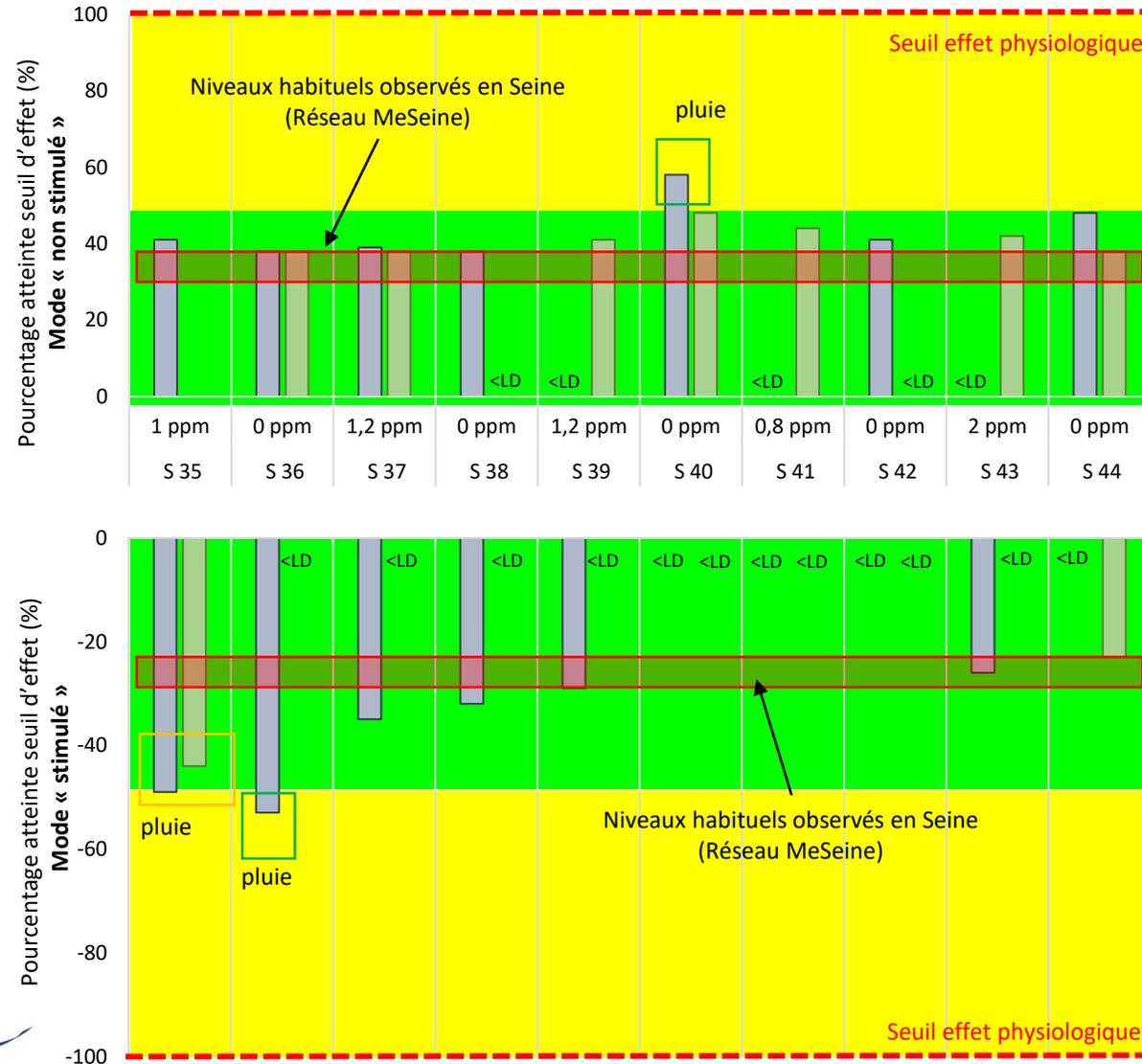
- Evaluation de la toxicité générale
  - Absence de lien entre désinfection et effets



# Innocuité de la désinfection au PFA

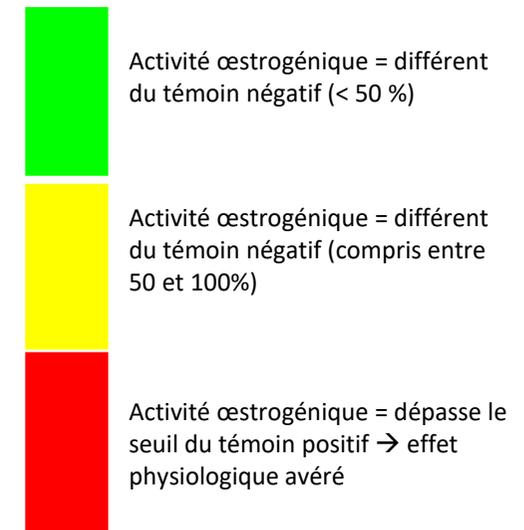
## ■ Evaluation de la perturbation endocrinienne (effet oestrogenique)

### ○ Présence d'une activité oestrogéniques



#### Valeurs guides :

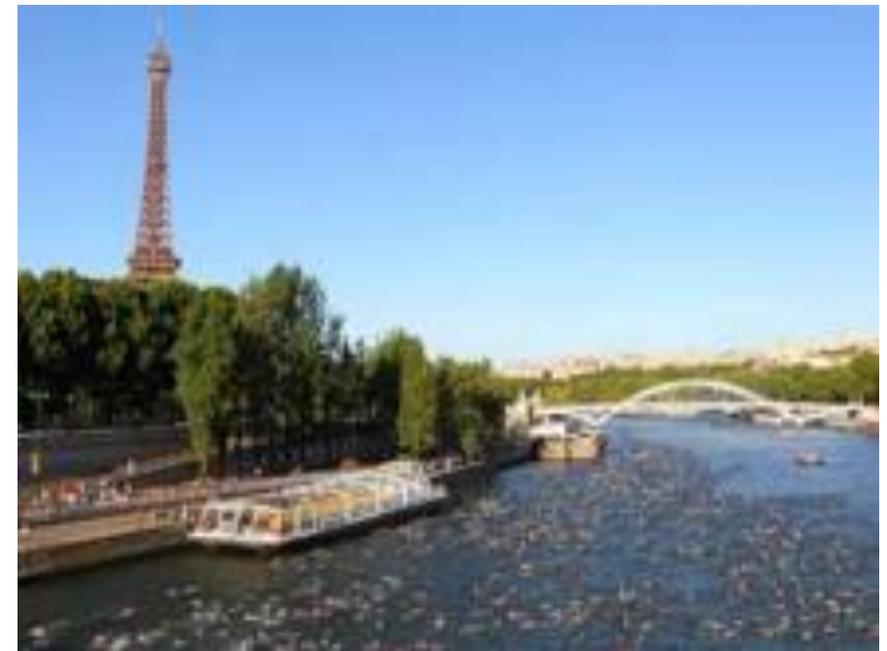
- Entrée de STEP
  - Pas d'effet en mode non stimulé
  - ~ 580 % seuil d'effet mode stimulé
- Sortie de STEP
  - ~ 47 % seuil d'effet mode stimulé



# Les étapes clés

- **Réalisation des expérimentations : 2016-2018**
  - Essais en laboratoire : tests de performance et vérification innocuité
  - Essais industriels : vérification des conditions opératoires
  - Présentation de la démarche aux autorités (DRIEE)
- **Validation de la technologie : 2019**
  - Réponse favorable des autorités : « [...] la DRIEE et l'ARS n'ont pas d'objection quant à l'efficacité de l'abattement bactériologique de ce traitement chimique et son innocuité d'un point de vue environnemental et ne s'opposent donc pas à ce projet de désinfection. »
  - Validation par le CA du SIAAP
- **Déploiement pérenne : 2021-2023**
  - Mise en œuvre opérationnelle pour l'objectif des jeux olympiques et paralympiques Paris 2024

# Merci pour votre attention



Speaker : Sam AZIMI

Session : 19

#ASTEE2020

