

➤ Suivi de l'abattement des microorganismes dans un filtre planté horizontal aéré

Diana Le Berre – UR REVERSAAL Post doc

Superviseurs :

Rémi Lombard-Latune

Jaime Nivala

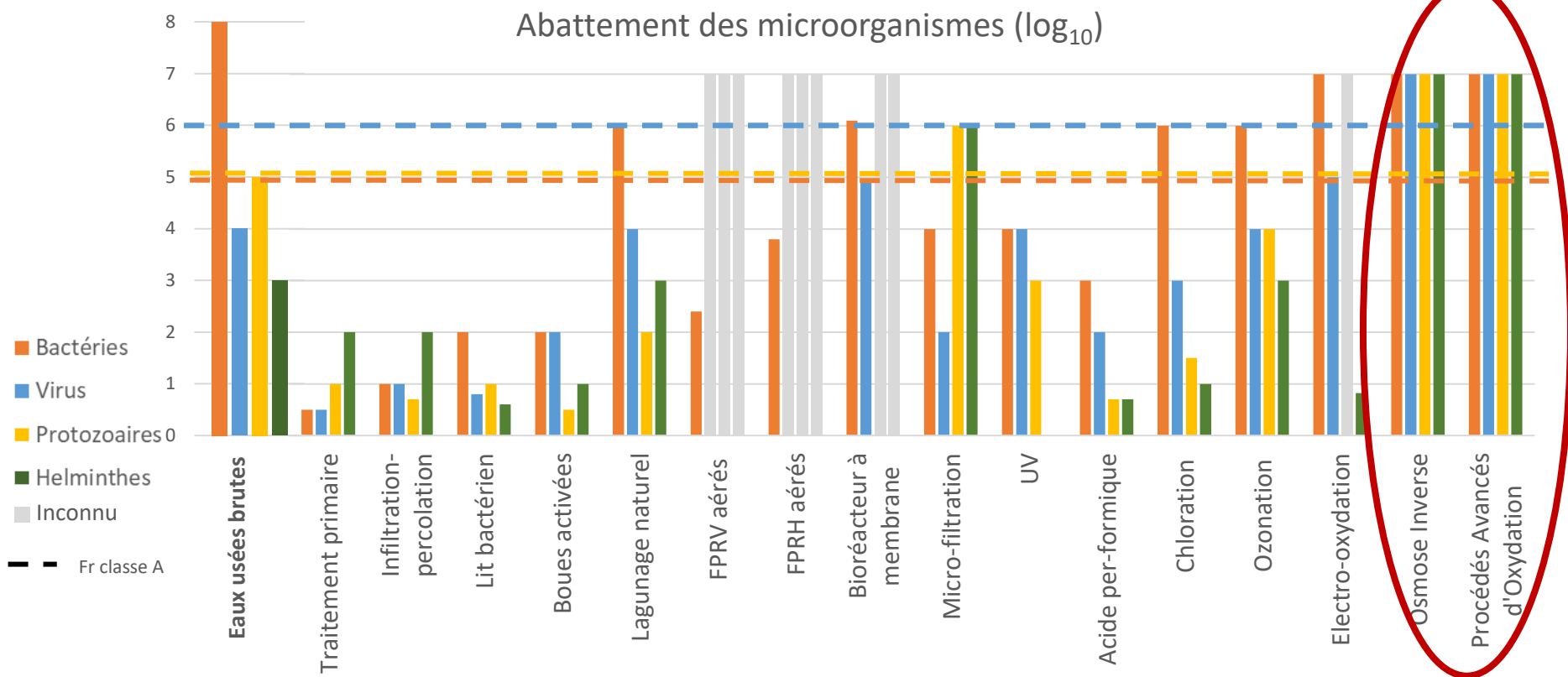
➤ Introduction

Développement de la REUT

- Suite au « Plan eau » plus de 12 projets entre 2023 et 2024 sur la REUT
- Risques de la réutilisation des eaux usées
 - ↳ Présence de microorganismes
 - ↳ Impact négatif sur l'environnement
- Utilisation des solutions fondées sur la nature ?



➤ Peu de solutions techniques



Sources : Asano et al., 1998 ; Boutin et al., 2008 ; Causserand et al., 2017 ; Cedat, 2016 ; Cheng et al., 2020 ; Collivignarelli et al., 2017 ; David-Colley et al., 2005 ; Ferro et al., 2015 ; Gomes et al., 2019 ; Hang et al., 2016 ; Jeong et al., 2009 ; Lazarova et al., 1998 ; Marti et al., 2011 ; Mailler et al., 2020 ; Maïga et al., 2009, Mouchet et al., 2000 ; Nahim Granados et al., 2020 ; Nivala et al., 2019 ; Ragazzo et al., 2013 ; Rodriguez-Chueca et al., 2015 ; Talekar et al., 2018 ; Yang Yang et al., 2019



RÉDUIRE LES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE DES SERVICES D'EAU ET D'ASSAINISSEMENT

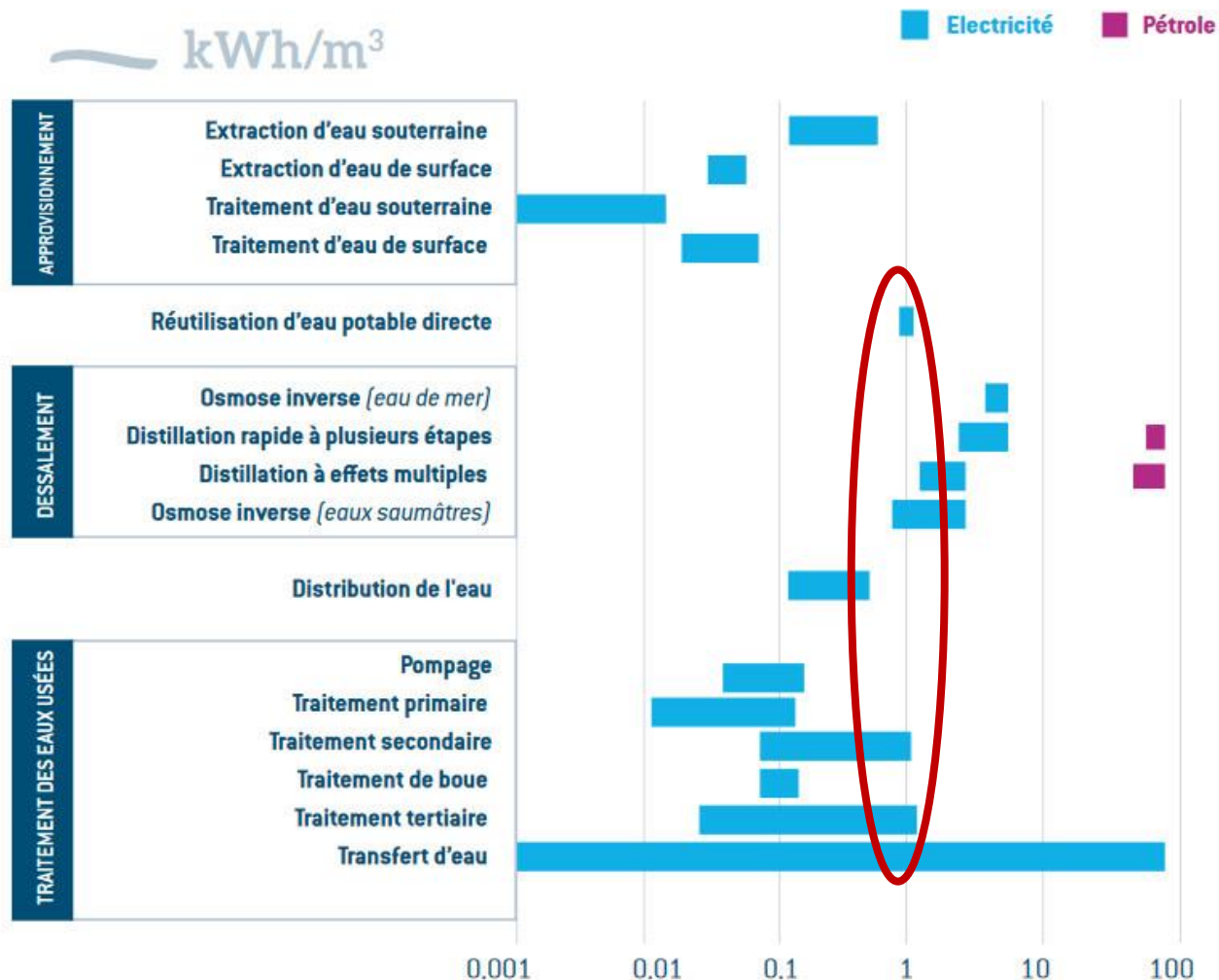


Aperçu des émissions et de leur potentiel de réduction illustré par le savoir-faire des services d'eau



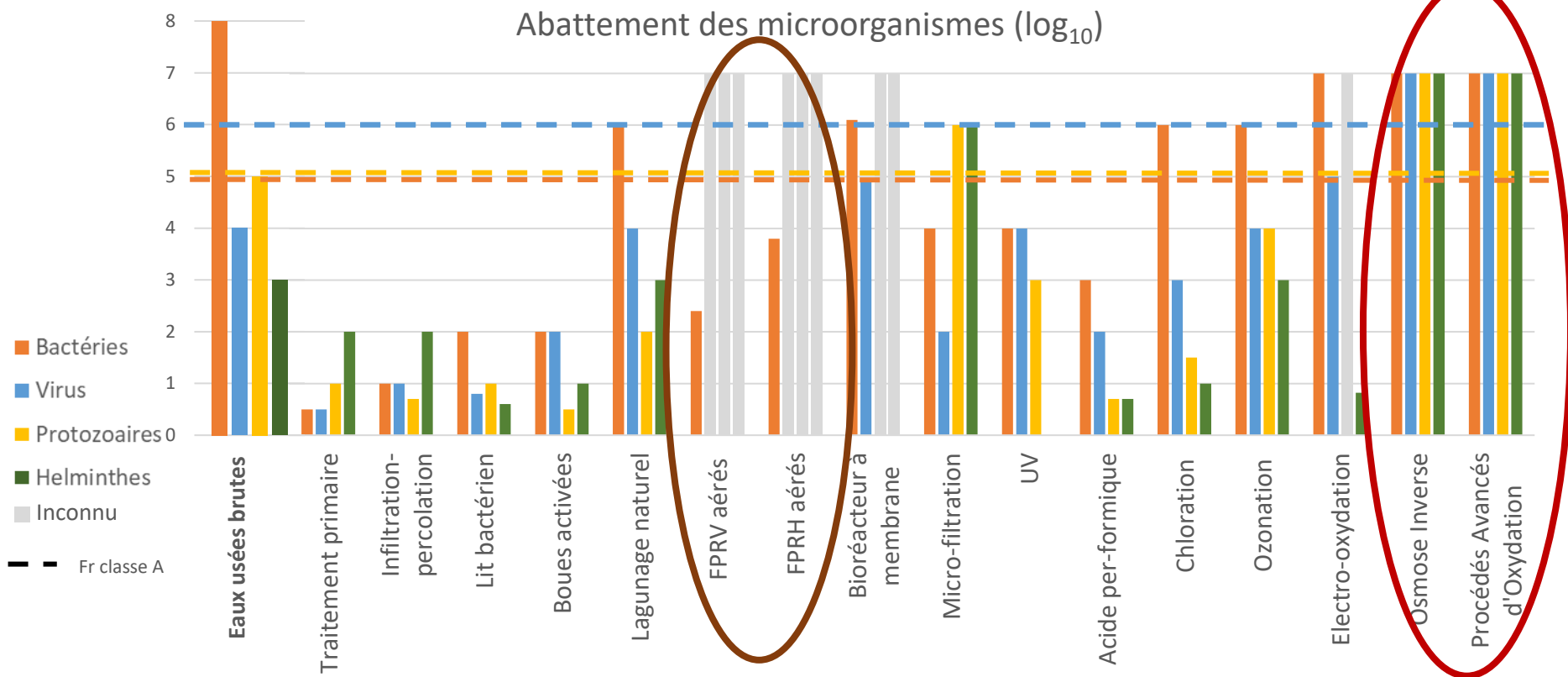
« Les émissions des services d'eau et d'assainissement représentent entre 3 et 7 % des émissions de GES des villes. À titre de comparaison, le secteur de l'aviation est responsable de 2 à 3 % des émissions mondiales de GES. »

> Figure 4 : Utilisation de l'énergie pour les différents procédés dans le secteur de l'eau



Le dessalement marin et le traitement des eaux usées sont les processus qui consomment le plus d'énergie dans le secteur de l'eau.

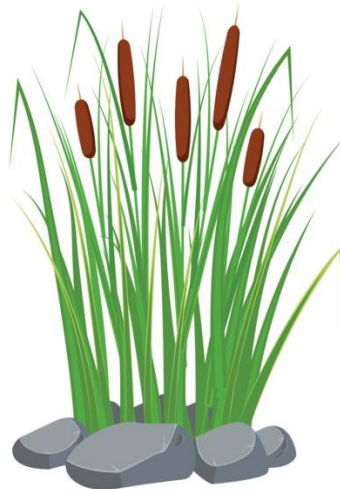
➤ Peu de solutions techniques



Sources : Asano et al., 1998 ; Boutin et al., 2008 ; Causserand et al., 2017 ; Cedat, 2016 ; Cheng et al., 2020 ; Collivignarelli et al., 2017 ; David-Colley et al., 2005 ; Ferro et al., 2015 ; Gomes et al., 2019 ; Hang et al., 2016 ; Jeong et al., 2009 ; Lazarova et al., 1998 ; Marti et al., 2011 ; Mailler et al., 2020 ; Maïga et al., 2009, Mouchet et al., 2000 ; Nahim Granados et al., 2020 ; Nivala et al., 2019 ; Ragazzo et al., 2013 ; Rodriguez-Chueca et al., 2015 ; Talekar et al., 2018 ; Yang Yang et al., 2019

> Objectifs

- 1) Déterminer les performances d'un filtre horizontal aéré sur le traitement des paramètres physico-chimique
- 2) Analyser les capacités d'abattement des microorganismes du filtre horizontal aéré
- 3) Développer des outils moléculaires pour l'analyse des eaux usées traitées



➤ Pilote expérimental

Plateforme de REcherche et développement sur les Filtres pLantés de vEgétaux pour le Traitement des eaux et des boues = REFLET

Plateforme permettant de mener des recherches sur les solutions fondées sur la nature pour la gestion des eaux urbaines



0,007 m²

0,1 m²

2m²

20 m²

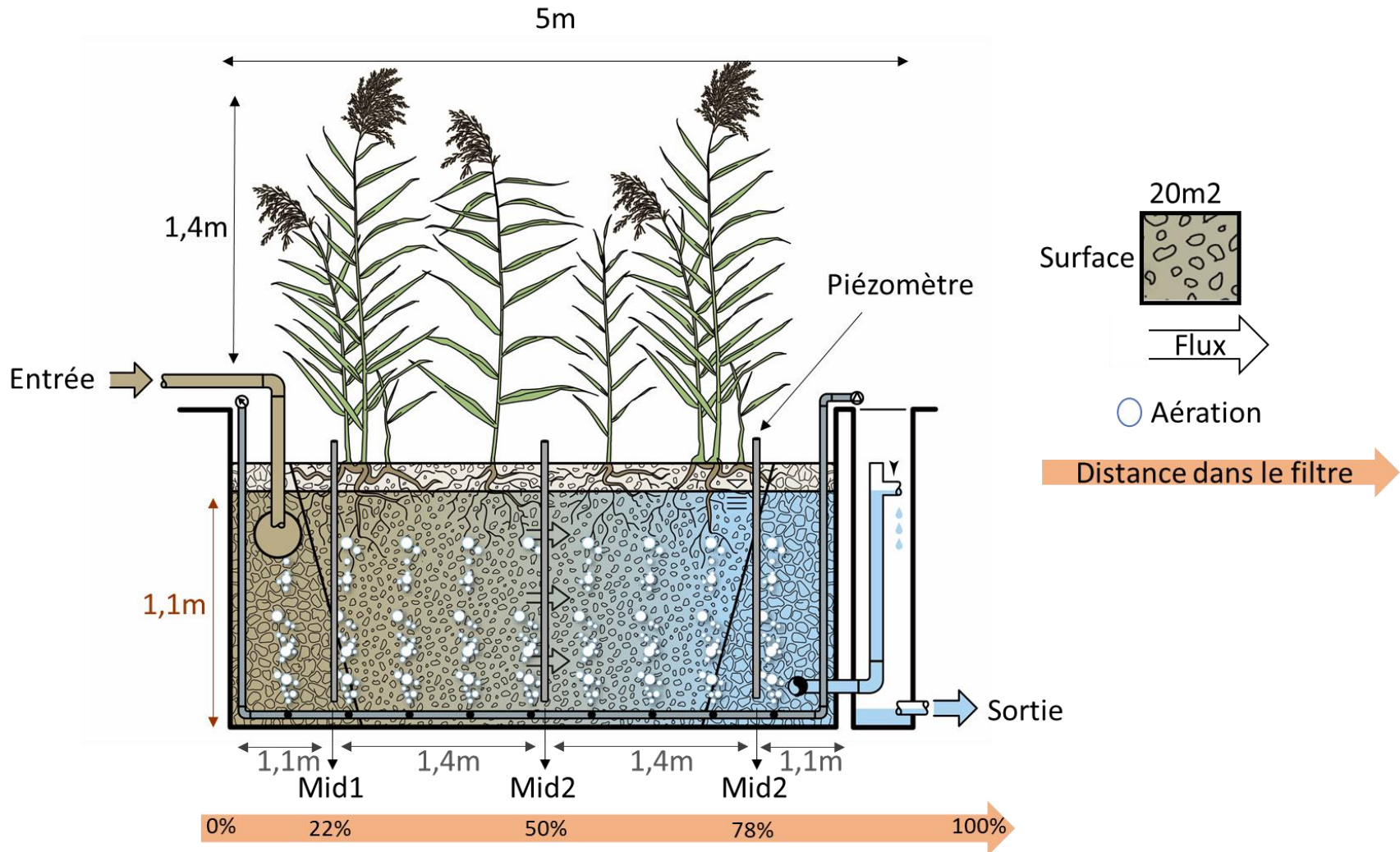


INRAE

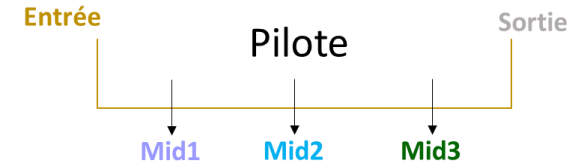
AG REUSE

1^{ier} Octobre 2024

➤ Filtre horizontal aéré



> Analyse des paramètres



Paramètre Unité	DCO b mg/L	MES mg/L	COT mg/L	NT mg/L	NKJ mg/L	NH4-N mg/L	NO3-N mg/L	NO2-N mg/L	PO43- mg/L	Concentration <i>E.coli</i> log10	Potentiel rédox mV	pH -	Température °C
<i>n</i>	3	6	6	6	3	6	6	6	6	10	10	10	10
Entrée	616	380	264	136	105,7	90,5	0,5	0,1	4,1	6,5	-256	6,8	23,7
Mid 1	154,7	397	65	51,7	33,2	23,6	16,5	0,4	4,1	4,3	74	7,4	24,1
Mid 2	20	6	8	39,2	1	LD	34,3	0,1	3,7	3	89	8	23,8
Mid 3	20	3	8	39,1	1	LD	34,4	0,1	3,4	2,5	92	8,2	23,5
Sortie	23,3	7	8	39,5	1,1	LD	34,6	0,1	3,4	2,5	92	8,1	23,5

Abattement global de : 97% des MES

93% de la matière organique

70% de l'azote avec une nitrification complète

14% du phosphore

 75% d'abattement dans le 1^{er} quart du filtre

➤ Analyse des microorganismes

Suivi des microorganismes dans les eaux usées

Suivi indicateurs (réglementaire) :

- Bactériens : *Escherichia coli*, *Coliformes totaux*, *entérocoques fécaux*, *Legionella pneumophila*
- Viraux : Phages ARN F-spécifiques
- Protozoaires : spores de bactéries anaérobies sulfito-réductrices
- Helminthes : œufs d'Ascaris

➤ Analyse des microorganismes

Suivi des microorganismes dans les eaux usées

Suivi indicateurs (réglementaire) :

- Bactériens : *Escherichia coli*, *Coliformes totaux*, entérocoques fécaux, *Legionella pneumophila*
- Viraux : Phages ARN F-spécifiques
- Protozoaires : spores de bactéries anaérobies sulfito-réductrices
- Helminthes : œufs d'Ascaris

Utilisation de deux méthodes :

- 1) En interne, quantification par méthode colorimétrique IDEXX avec le réactif Colilert 18



> Analyse des microorganismes

Suivi des microorganismes dans les eaux usées

Suivi indicateurs (réglementaire) :

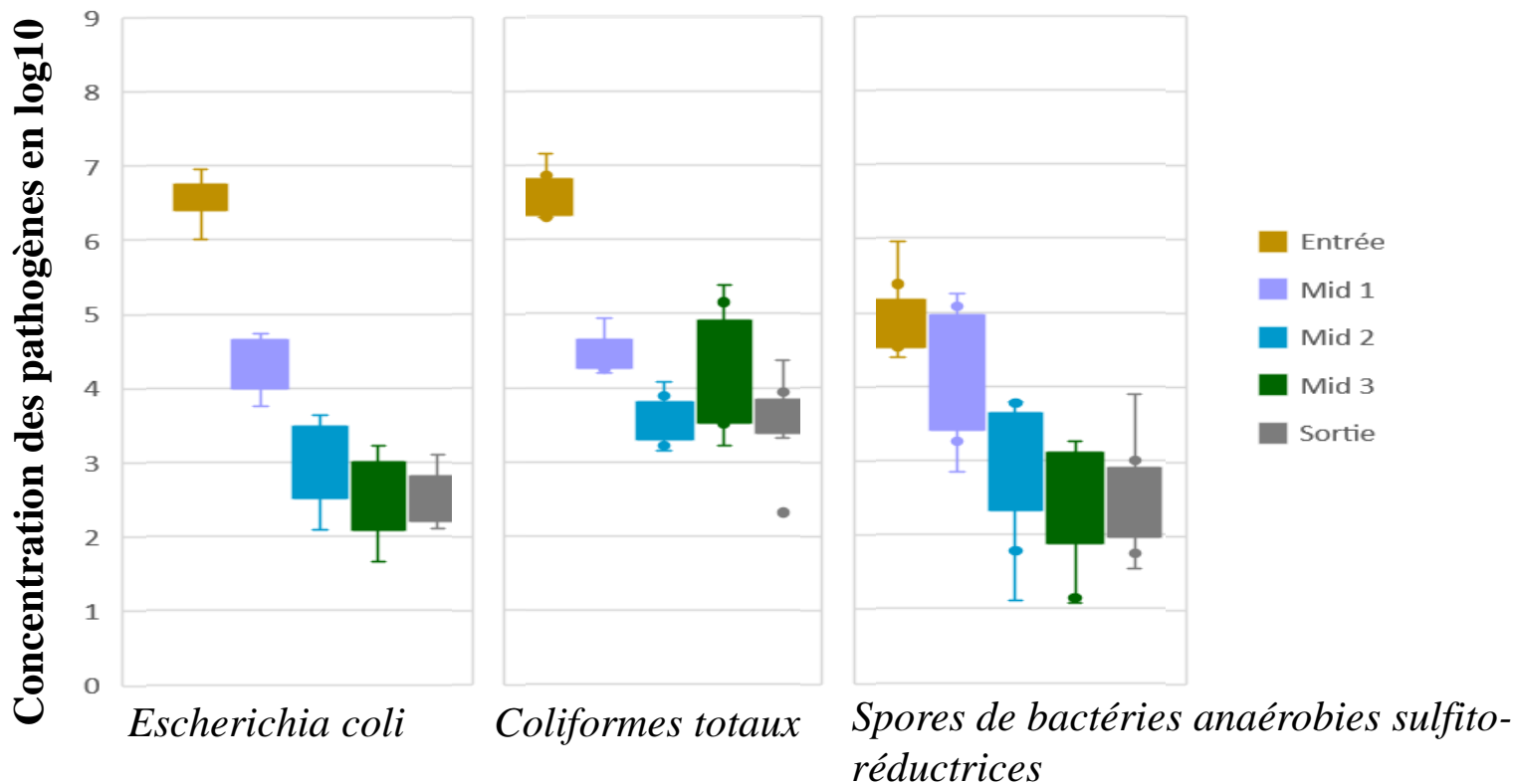
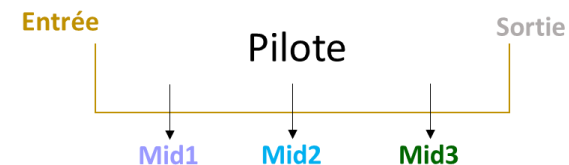
- Bactériens : *Escherichia coli*, *Coliformes totaux*, *entérocoques fécaux*, *Legionella pneumophila*
- **Viraux** : Phages ARN F-spécifiques => Résultats laboratoire externe non satisfaisant
- **Protozoaires** : spores de bactéries anaérobies sulfito-réductrices
- **Helminthes** : œufs d'Ascaris

Utilisation de deux méthodes :

- 1) En interne, quantification par méthode colorimétrique IDEXX avec le réactif Colilert 18
- 2) **En externe, filtration sur membrane par un laboratoire prestataire**

➤ Premiers résultats

Analyse des performances d'abattement des microorganismes



↳ Indicateurs bactériens ◀

↳ Indicateurs protozoaires

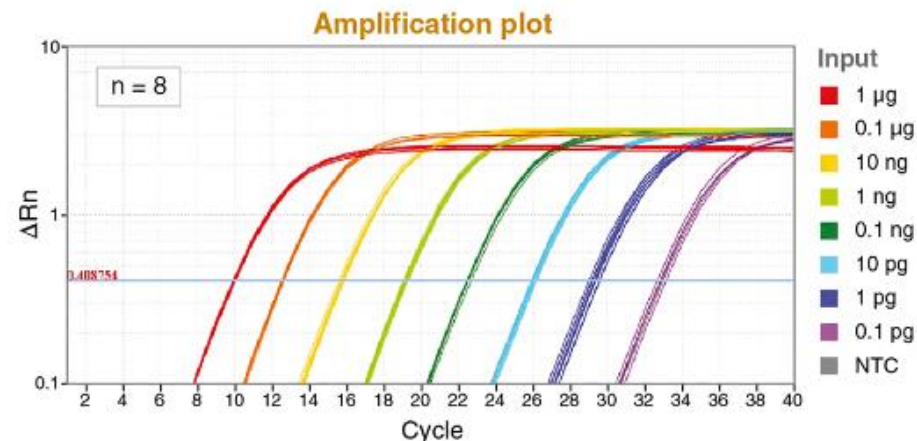
➔ Abattement non homogène en fonction du type de microorganismes



➤ Développement méthodologique

Boîte à outils de biologie moléculaire sur les eaux usées

- Actuellement l'analyse est longue et coûteuse
- Laboratoire externe non performant
- Développement de nouvelle méthode basé sur la PCR quantitative
- Permettra d'analyser plus de microorganismes divers
- D'être plus précis sur les performances d'abattelements



➤ Développement méthodologique

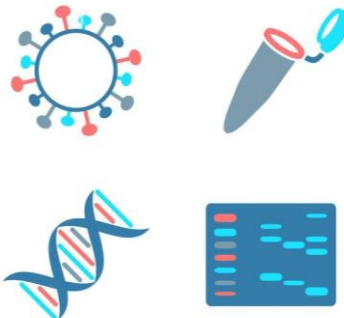
Boîte à outils de biologie moléculaire sur les eaux usées

A partir de matrices variées :

- Eaux usées brutes
- Eaux usées traitées
- Eaux de pluie

⇒ **Adaptation des protocoles :**

- ⇒ **Bactérien pour nos matrices collaboration Nathalie Wéry (UR LBE Narbonne)**
- ⇒ **Virus depuis des eaux potable collaboration Laurent Moulin (Eaux de Paris)**

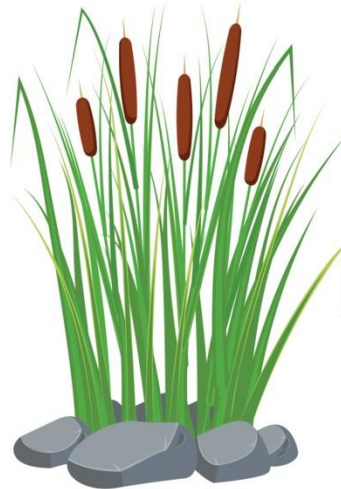


> Conclusion

- Bonne performances du filtre sur l'élimination des paramètres physico-chimique et organiques

↳ Eau traitée correspondant à une classe B dans 80% des campagnes

- Abattement non homogène des pathogènes
- Comparaison des méthodes d'analyses en cours
- Développement d'outils moléculaire pour une analyse plus précise



INRAE

➤ Merci pour votre attention !