

# Filières de reuse et micropolluants ?



Claire ALBASI (LGC) et Christelle GUIGUI (INSA-LISBP)



# Introduction

- Les traitements secondaires classiques ne sont pas efficaces pour éliminer les MP
  - Effets néfastes lors du rejet en milieu naturel (bioaccumulation...)
  - Quid du contexte de la « reuse »?
- REUSE: des usages à différencier
  - Eau potable
  - Irrigation
  - Industrie/autres....
- Questions de recherche ->Quels sont les effets des MP?
  - Nouveaux choix de filières?
  - Jeux de conditions opératoires?



# Filières et technologies

*Quelques exemples de reuse et du devenir des  
MP*

- BaM pour traiter des effluents hospitaliers (ANR PANACEE)
- BaM pour l'élimination des micropolluant d'effluent domestique (Microbiopolish)
- Comparaison BA+UF et BA+filtre+UV pour irrigation (projet NOWMMA)
- BaM + OI pour une eau de haute qualité (Projet REEBIM + CSC)
- Micropolluants dans les filières de séparation à la source (Projet SMS)

# Traitement Tertiaire des Micropolluants en MBBR

## Les supports Z-MBBR épaisseur max de biofilm à 400 $\mu\text{m}$



- BIO-Réacteur aéré
- Support plastique où le biofilm peut se développer, densité proche de celle de l'eau (1g/cm<sup>3</sup>).
- Supports fluidisés par le système d'aération

Volume MBBR 3,1 L  
4 réacteurs

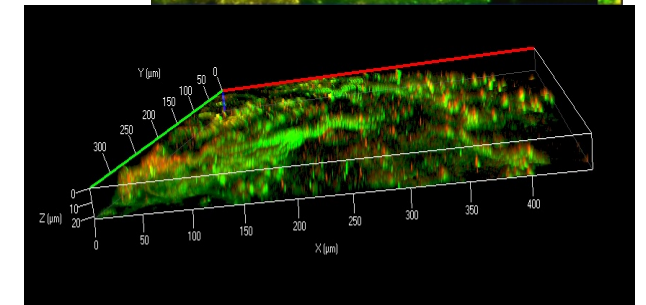
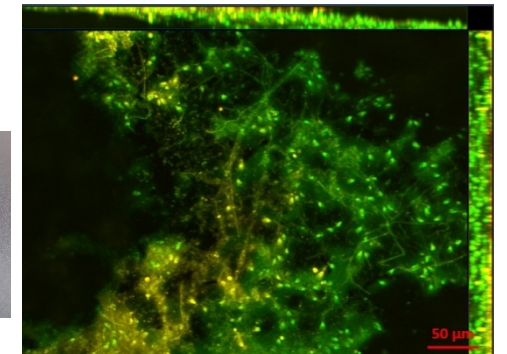
## Les MP étudiés

Diclofenac: 0.5  $\mu\text{g/L}$

Naproxen: 2.5  $\mu\text{g/L}$

Ibuprofen: 40  $\mu\text{g/L}$

4n-Nonylphenol: 7  $\mu\text{g/L}$

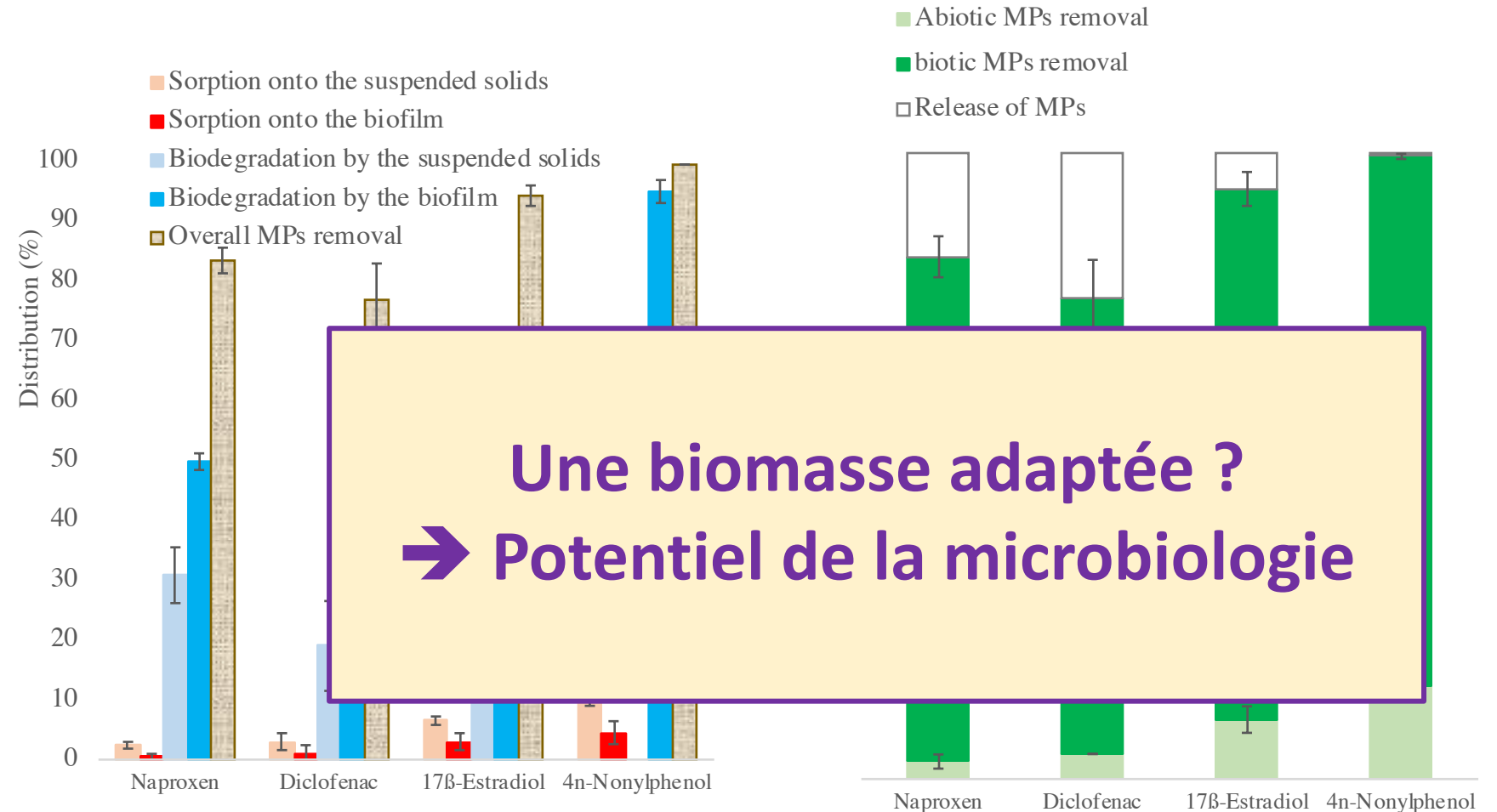




# Traitement Tertiaire des Micropolluants en MBBR

## Élimination des MP et élucidation des mécanismes

- Élimination remarquable des MP
- Contribution majeure du biofilm dans la biodegradation des MP
- Élimination abiotique mineure - majoritairement adsorption



# Traitement d'effluents hospitaliers par BaM et procédés couplés



Submerged MBR (and tertiary treatments) for oncological hospital effluent, a 3 years *in situ*-experiment.

Isaribel QUESADA<sup>1</sup>, Yusmel GONZALEZ<sup>1</sup>, Sylvie SCHETRITE<sup>1</sup>, Hélène BUDZINSKI<sup>2</sup>,  
Karyn LEMANCH<sup>2</sup>, Olivier LORAIN<sup>3</sup>, Djamil ABDELAZIZ<sup>4</sup>, Jean-Marie CANONGE<sup>4</sup>,  
Nicolas MANIER<sup>5</sup>, Selim AIT AISSA<sup>5</sup>, Pascal PANDARD<sup>5</sup> Claire ALBASI<sup>1</sup>

1 – Université de Toulouse, Laboratoire de génie Chimique – LGC – UMR 5503 BP 84234, Campus INP-ENSIACET, 4 allée Emile Monso ; 31030 Toulouse cedex 4

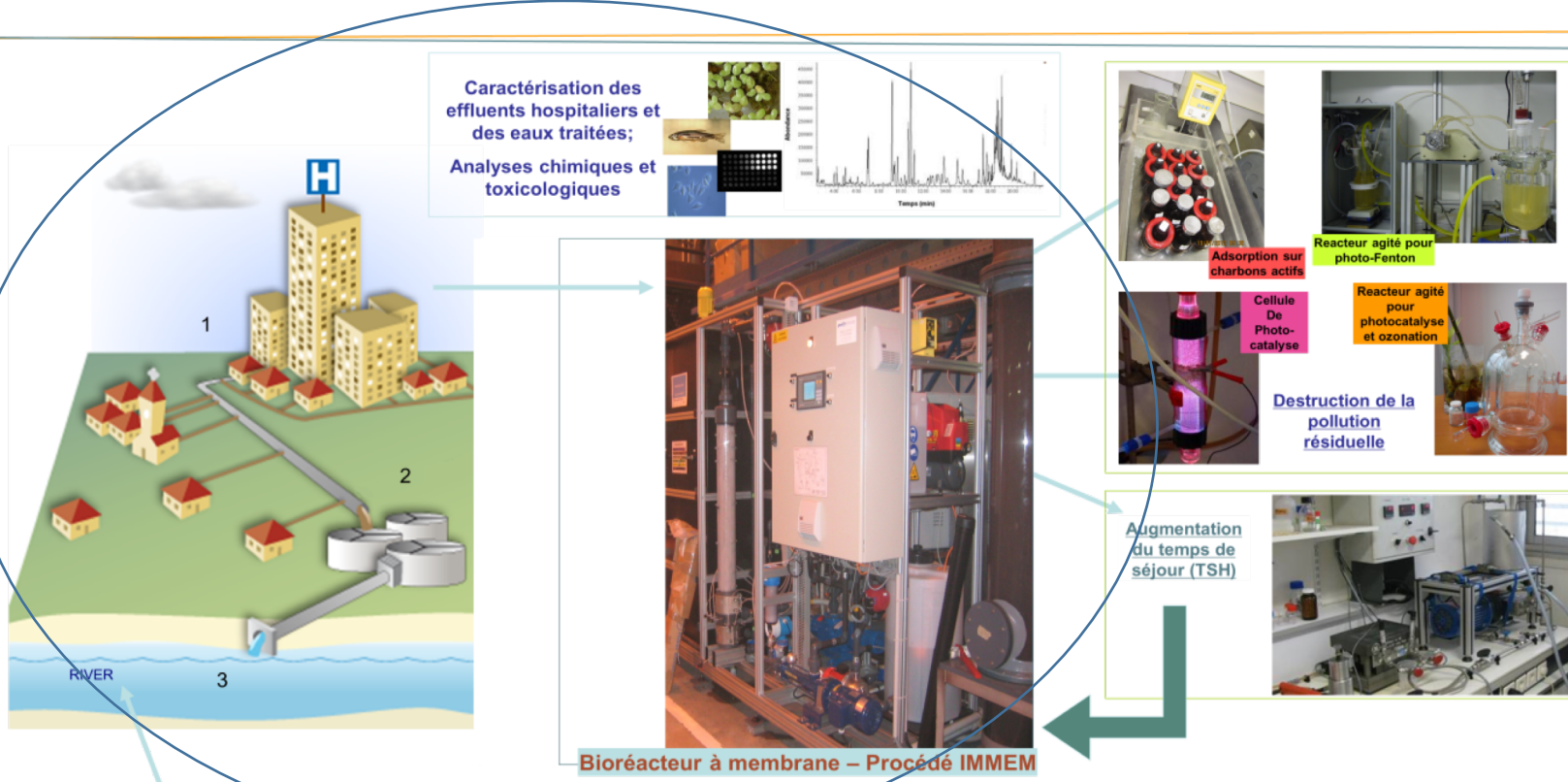
2 - Université Bordeaux 1, EPOC, LPTC, UMR 5805, Laboratoire de Physico et Toxic Chimie de l'Environnement, 351 cours de la Libération 33 405 Talence

3- POLYMEM Impasse de Palayre 31 400 TOULOUSE

4 – CHU Toulouse, pôle pharmacie, Purpan, Place du Docteur Baylac - TSA 40031 - 31059 Toulouse cedex 9

5- INERIS, parc technologique ALATA, BP2 60550 Verneuil en Halatte

# Traitement d'effluents hospitaliers par BaM et procédés couplés



**CHOIX**



*Efficacité quantifiée par bilan technico-économique*

*Analyse de la disparition des effets toxiques globaux*

*Analyse du cycle de vie des molécules*

*Performances énergétiques du procédé.*

# Traitement d'effluents hospitaliers par BaM et procédés couplés



**Hopital Purpan (Toulouse, France)**  
- Marked oncology activity

## CONDITIONS OPERATOIRES

✓ Tank 400l or 800l –  $S_{memb} = 4,5m^2$

✓ SRT = 40 days

✓ HRT = 24 Hours or 48 Hours

✓ Filtration sequencing – 3min/3min

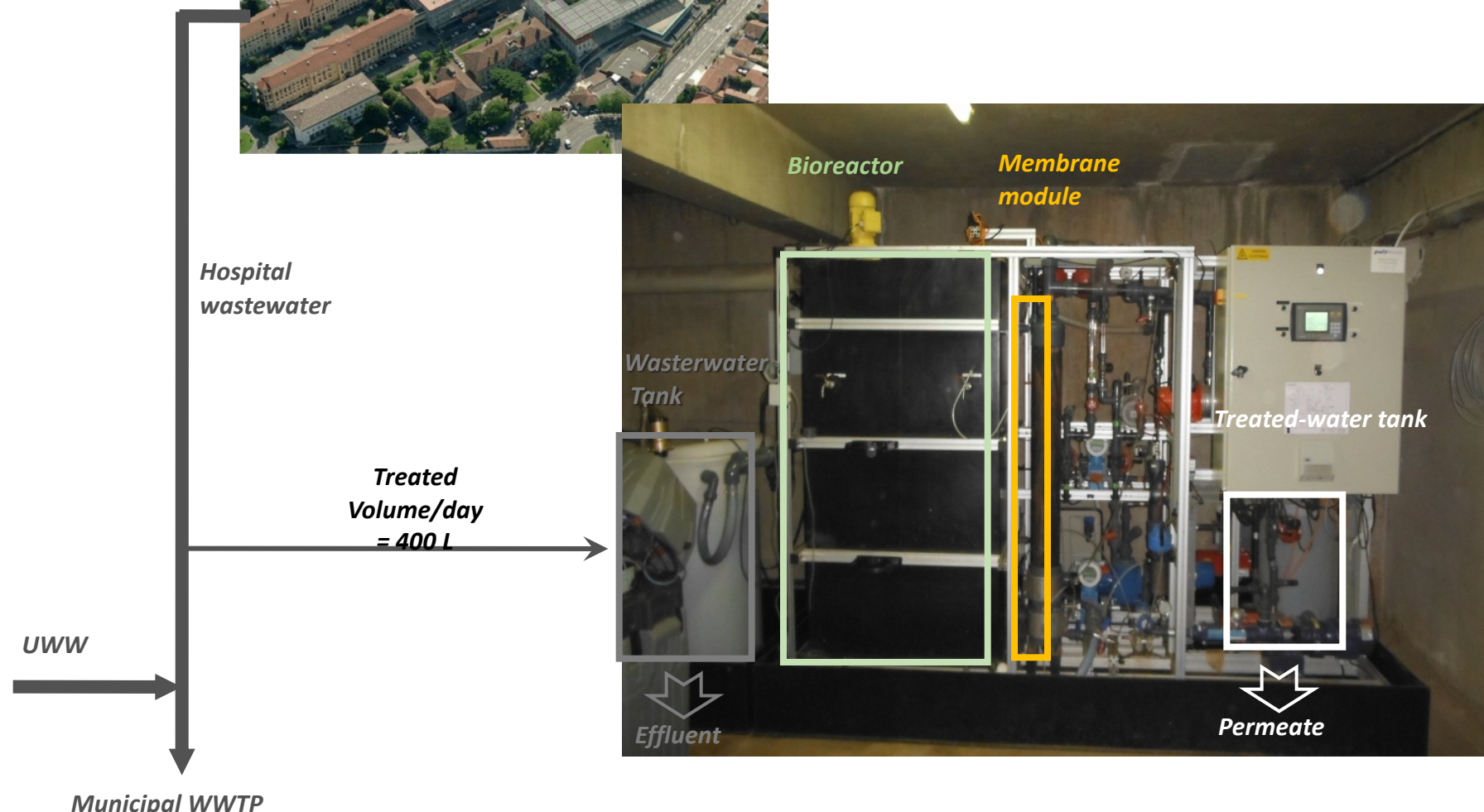
✓ Instantaneous flowrate: **3 to 4 l/h**

✓ **None backflushing**

✓ Aeration sequencing (coarse bubbles, fouling limitation) - 1min/1min

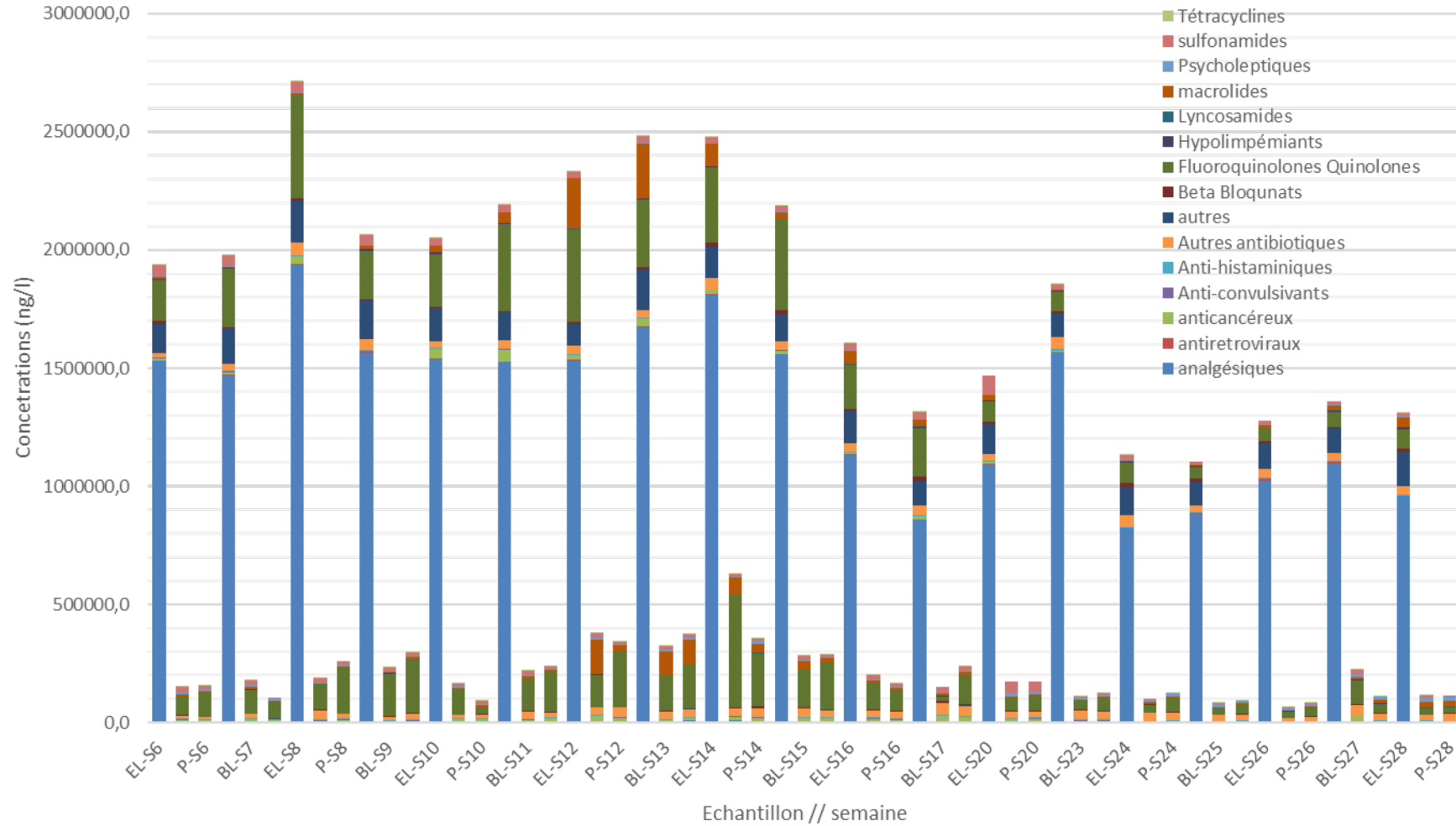
✓ Alkalinity regulation (pH) (campaign 5 CaCO<sub>3</sub>)

✓ Chemical cleaning ( Cl<sup>-</sup>, Acid, NaOH)





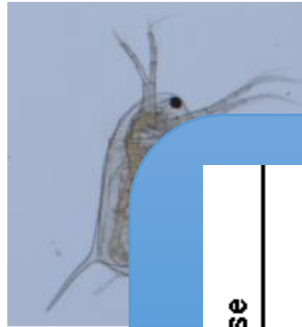
## Elimination des MP – 20 à 100%



**Sur 22 semaines // DCO traitée <75 mg/l // N < 20mg/l**



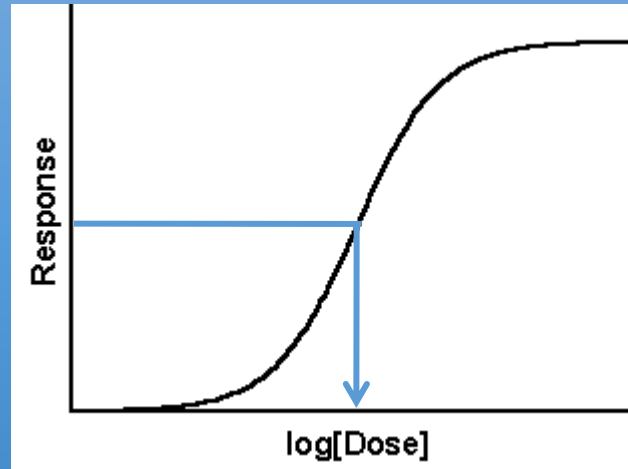
## Micro-invertebrates *Filter feeder*



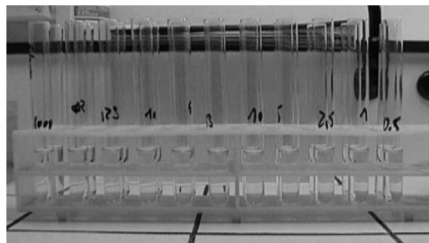
## Algae *Primary producer*

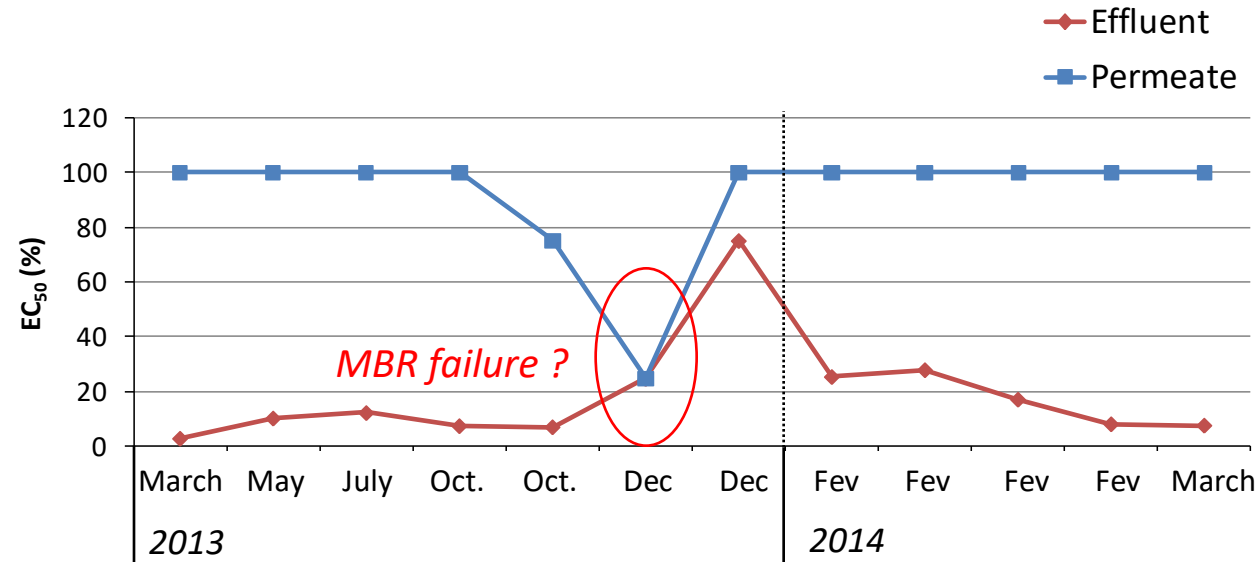
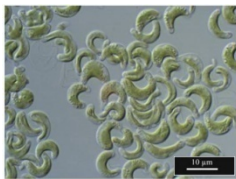


*Daphnia magna*  
Acute toxicity test  
immobility  
(ISO 10243)

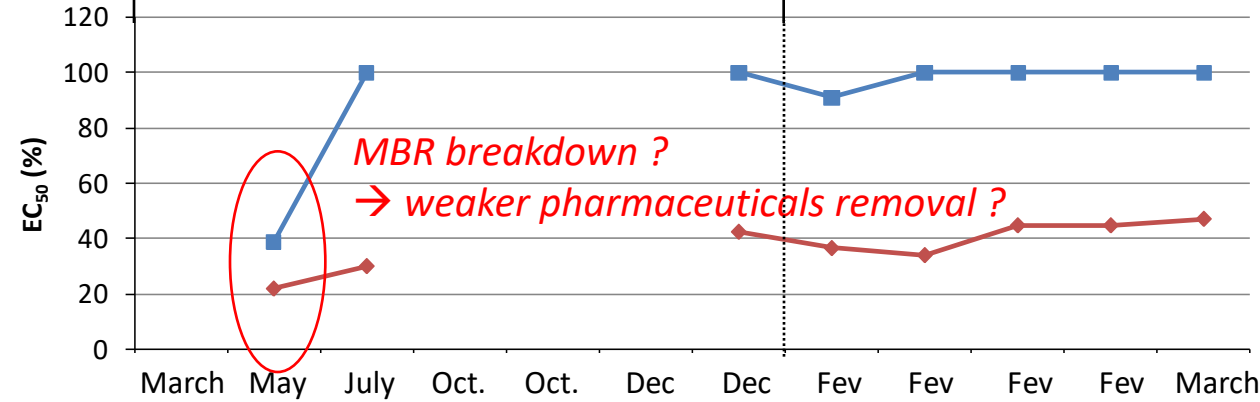


*Determination of EC<sub>50</sub> value (%)*  
*Weak EC<sub>50</sub> values = High toxicity*

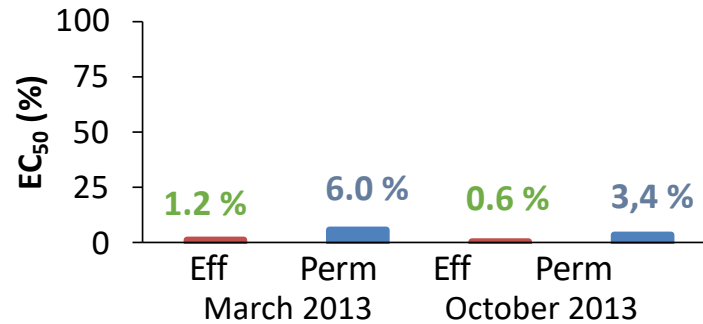




High toxicity of effluent  
Good abatement of the toxicity



High toxicity of effluent  
Good abatement of the toxicity



High toxicity of both effluent and permeate  
→ Weak abatement

Weak EC<sub>50</sub> values = High toxicity

# « Take-home » message

- ✓ Potentiel ecotox de l'effluent hospitalier ?=? domestique
- ✓ Sensibilité de la réponse / choix du biomarqueur => recherche!
- ✓ Efficacité du BaM pour abattement de la toxicité > STEP?

Causes de la toxicité?

Est-ce bien les molécules pharma?

Leurs TP?



# Filières et technologies

*quelques exemples de reuse et du devenir des  
MP*

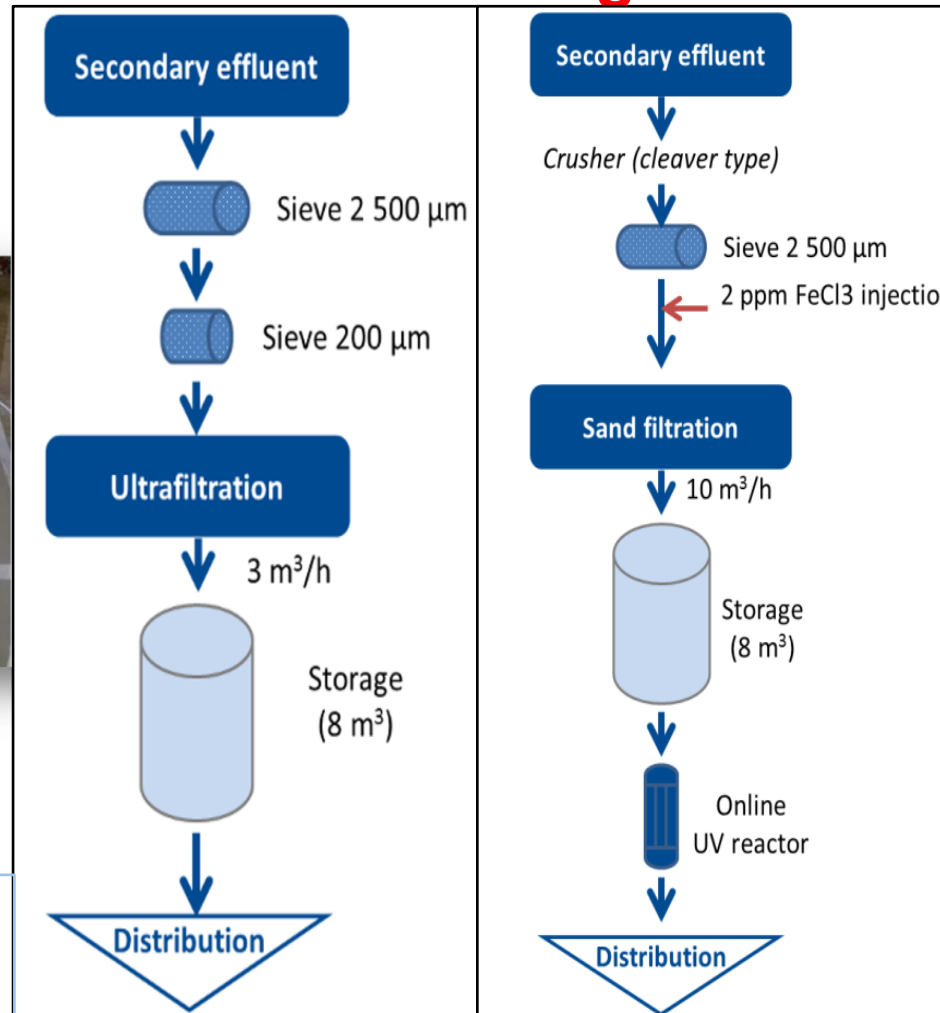
- BaM pour traiter des effluents hospitaliers (ANR PANACEE)
- BaM pour l'élimination des micropolluant d'effluent domestique (Microbiopolish)
- Comparaison BA+UF et BA+filtre+UV pour irrigation (projet NOWMMA)
- BaM + OI pour une eau de haute qualité (Projet REEBIM + CSC)
- Micropolluants dans les filières de séparation à la source (Projet SMS)

# EX1 : Reuse pour l'irrigation : Site de démonstration de filière de Mauguio



2 modes

-Integrity mode  
-degraded mode  
(2 broken fibers/11000)



- 3 water qualities (2 reused, 1 reference)
- Sprinkling irrigation and drip irrigation





# Résultat et apport de la recherche

## La qualité A a été obtenue pour

- UF
- UF en mode dégradé
- Coagulation + SF + UV



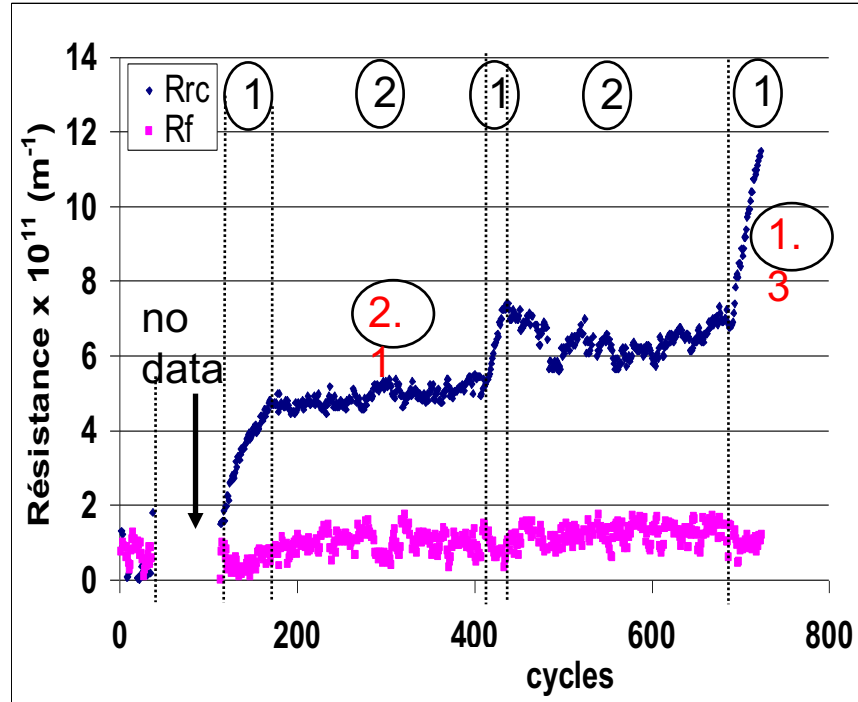
Vers le réseau d'irrigation....

- Productivité (on site):  
64% pour UF (faible à cause de maintenance sur pilote )  
95% for SF
- UF et SF+UV : même impact environnemental sur  
Mauggio

→ Travail de recherche : Contrôle du colmatage pour augmenter le rendement de l'UF

## Results : In-line coagulation/UF on semi-pilot plant with specific data management

- Pilot plant experiments (West of France WWTP)



With  $R_{RC}$ : Cumulated Residual resistance

= fouling resistance during filtration cycle ( $R_f$ ) – resistance removed by backwash

- Fouling resistance during filtration cycle: same order with and without coagulation

① Without coagulation:

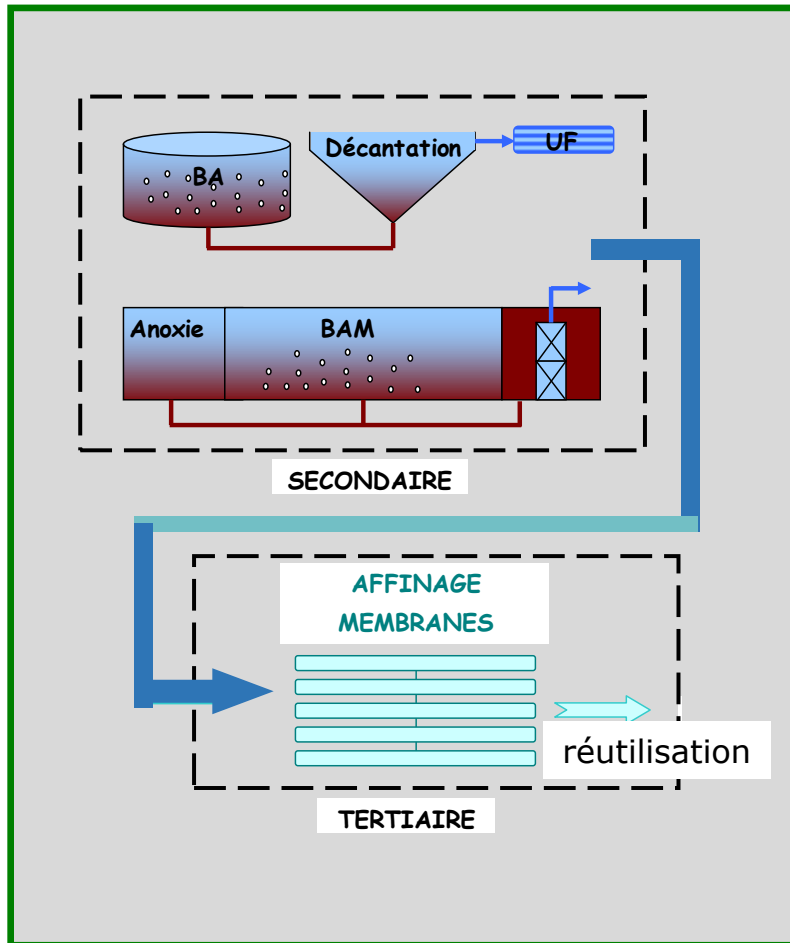
- Important increase of residual resistance  
→ Backwash not efficient (hydraulic conditions or fouling by adsorption)

② In-line coagulation:

- Residual resistance: slow increase (reduction by a factor 6)  
+ Backwash data analyses: backwash efficiency is better with coagulation (results not shown)

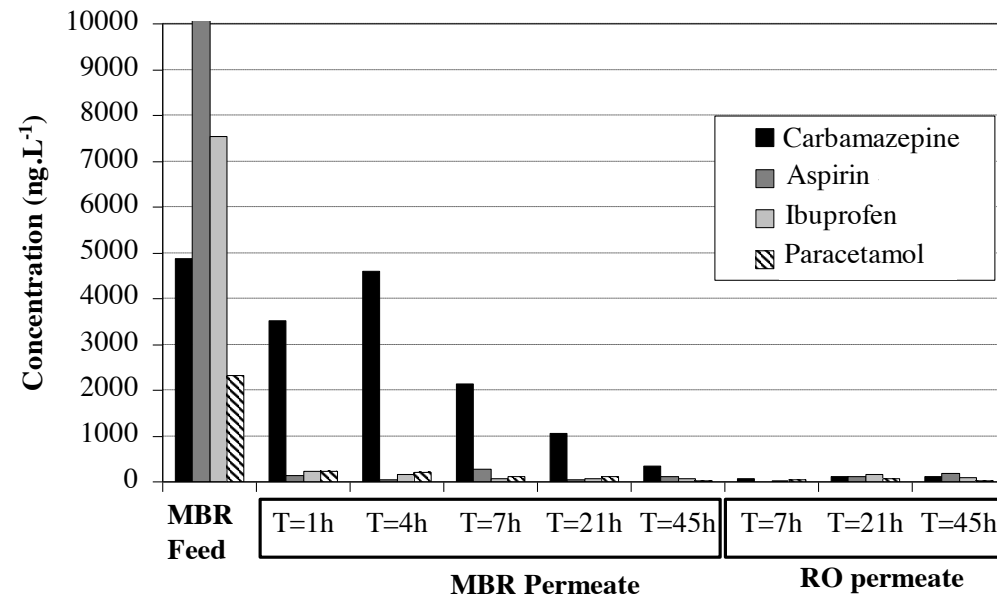
# EX2 : Réutilisation et traitement tertiaire : production d'eau haute qualité

## exemples locaux de tests



### Approche intégrée : Interaction traitement secondaire/tertiaire (essais test sur le site de portet sur garonne)

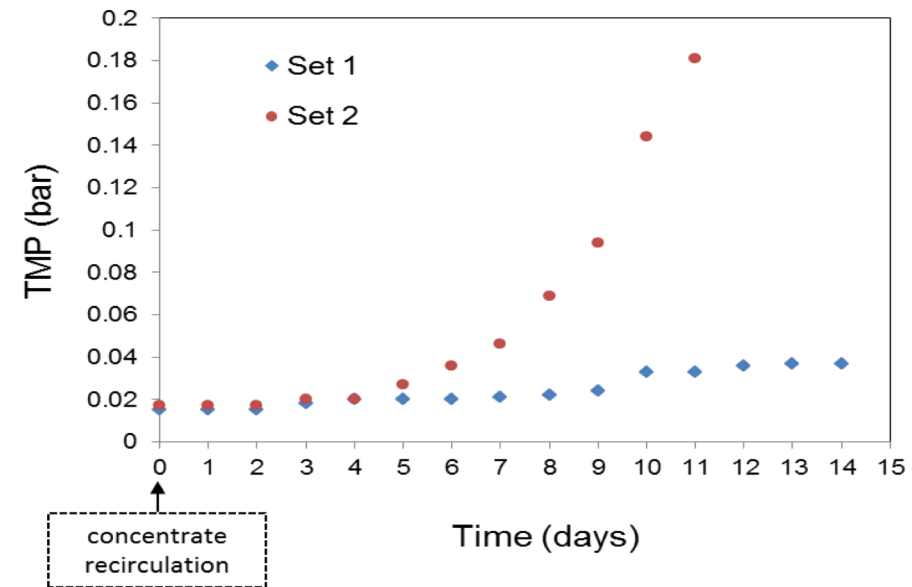
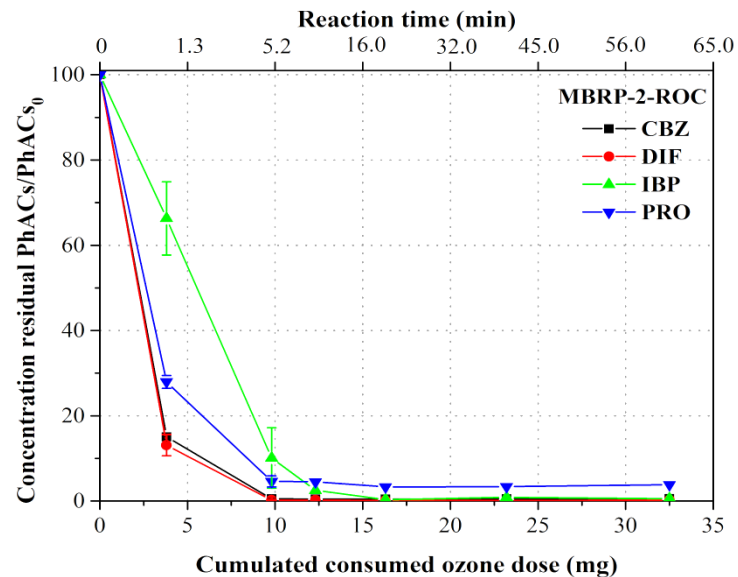
Performances stables BRM et OI sans nettoyage pendant 7 mois



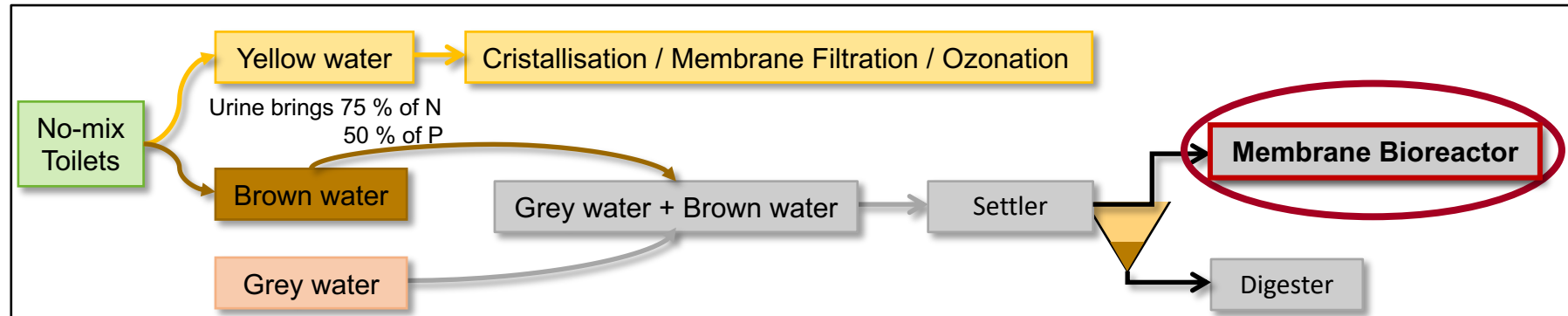
# Actions de recherche : quid des concentrats d'OI ..chargés en micropolluants ?

## → Retour vers le bam

- Colmatage du BAM ... ?
- Amélioration de la biodegradation des micropolluants ?
- Intérêt d'une oxydation ?



# EX3 : Filières séparatives 1/



	Conventional WW	Grey Water + Brown water
$COD_{tot}/N_{tot}/P_{tot}$	100/12/3	<b>100/3/1</b>

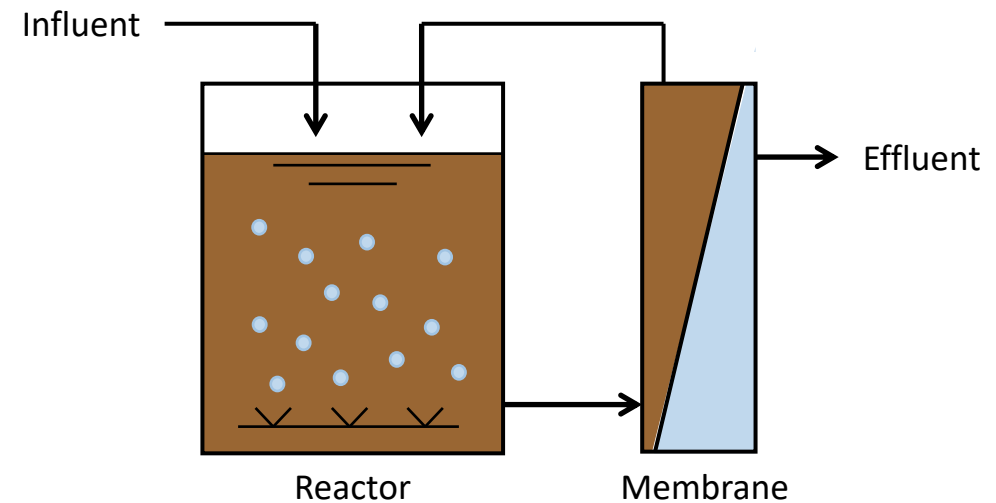
**Problem ?**

Travail de recherche :

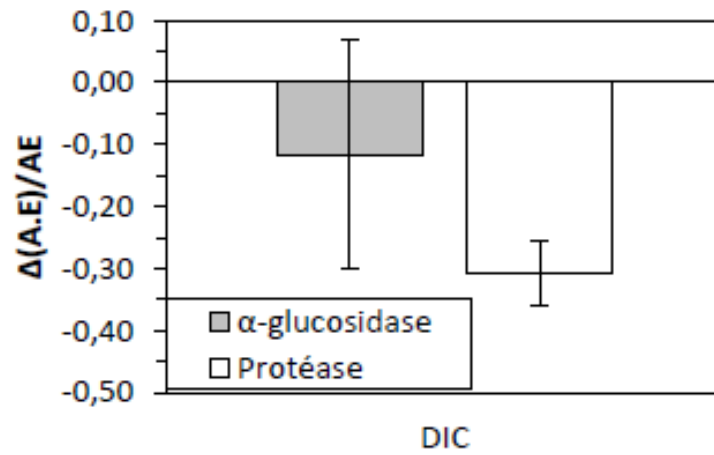
1/ performance d'abattement du BAM sous différentes conditions

2/ Comprendre le lien entre ratio C/N/P et l'élimination des MP

→ Suivi des populations microbiennes,  
**des activités enzymatiques, ...**

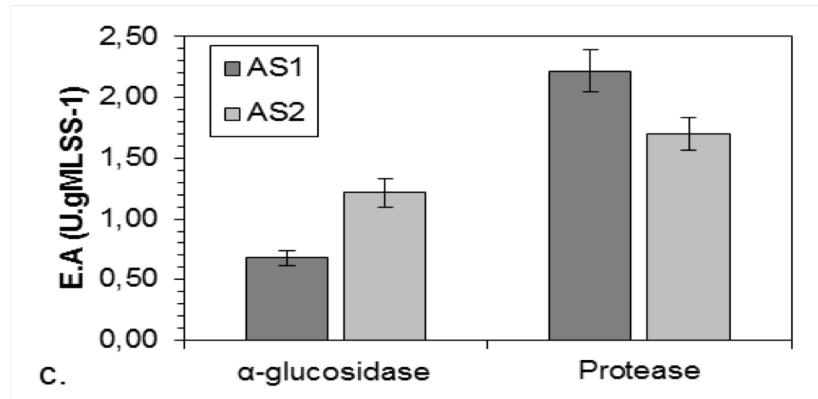




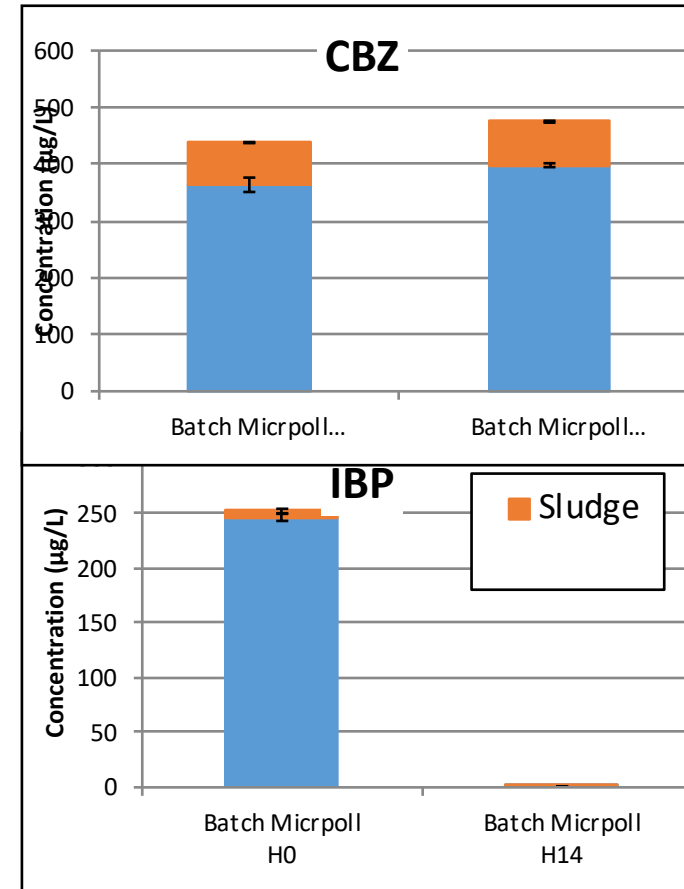


→ l'injection de CERTAINS micropolluant modifie l'activité enzymatique ...

L'élimination des micropolluants est différente pour une biomasse donnée

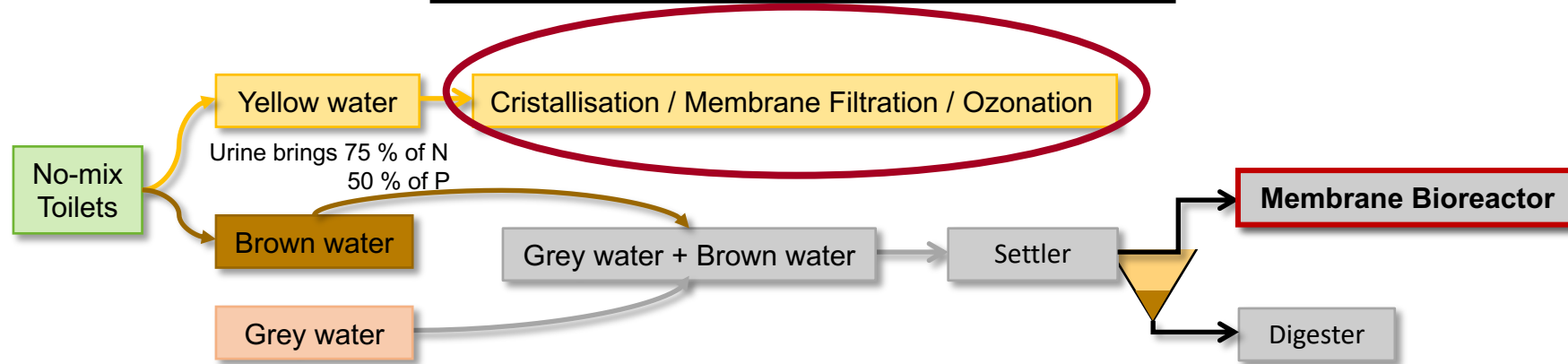


→ l'activité enzymatique varie d'une biomasse à l'autre...



Lien entre ratio C/N/P , activité enzymatique / élimination du micropolluant

# Filières séparatives 2/



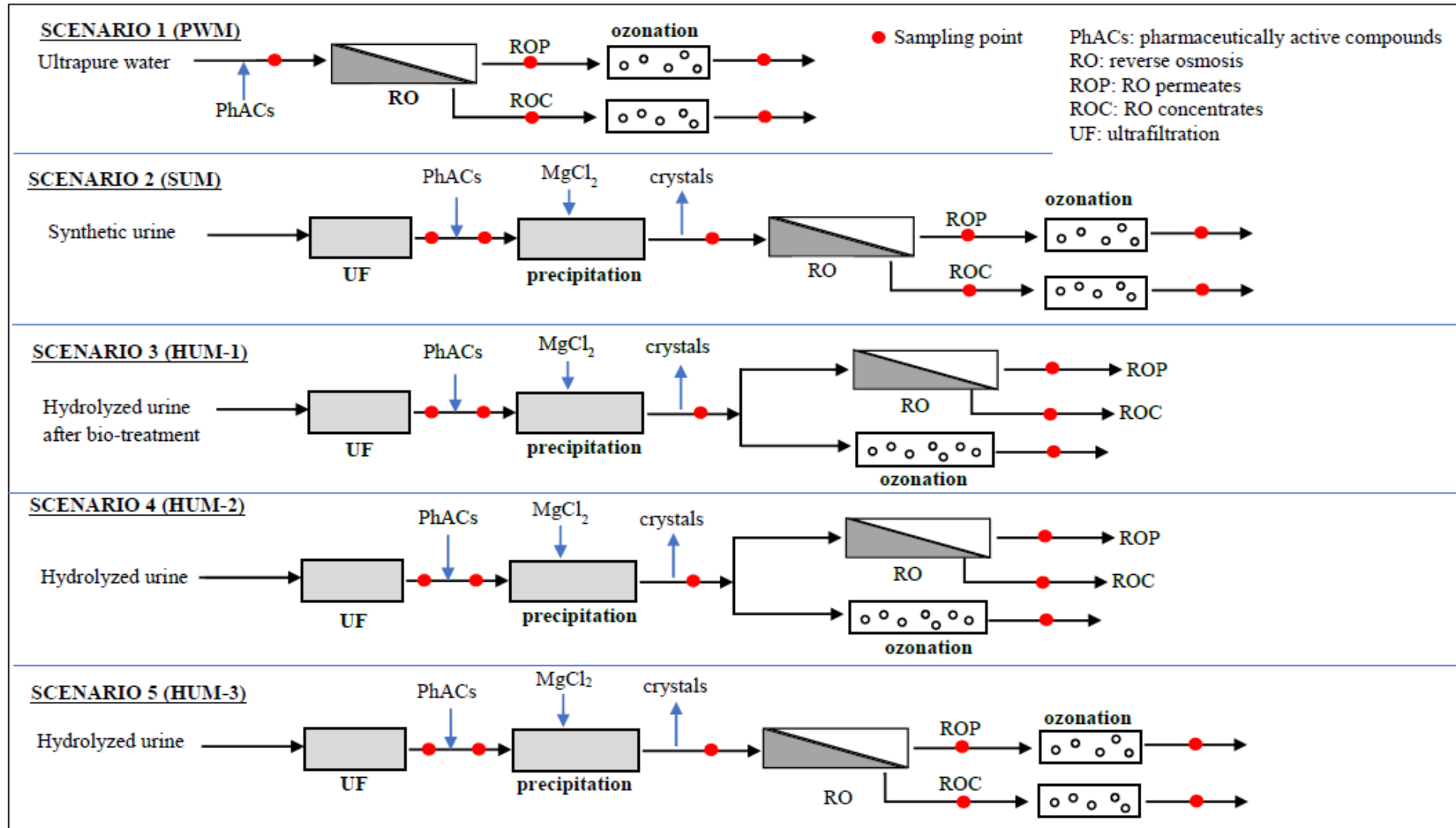
## ■ Pharmaceuticals diluted in large volume of wastewater

Urine contains 2/3 of pharmaceuticals excreted by human.

Urine represents only 1% of total volume of wastewater.

- Nécessité d'utiliser des procédés avancés de traitement pour abattement des micropolluants
- Matrice urine complexe ...très complexe ... → dissociation des phénomènes mis en jeu puis études de leur interaction

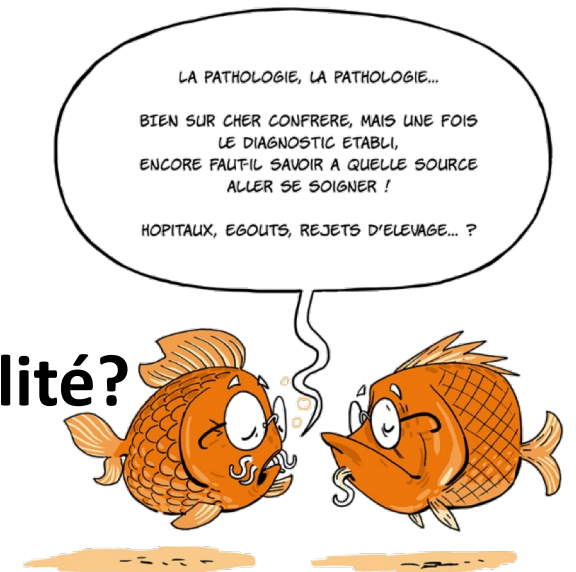
# Travaux de recherche





# Conclusion

- On sait proposer des filières, orienter leurs choix de conditions opératoires pour diminuer la présence des MP et abattre les effets biologiques liés aux effluents.
- Très large panel de tests d'effets? Quels choix ? Molécules cibles (Suisse) ?
- Abattement total?
  - > OUI = procédé énergivore
  - > NON = biotechnologies/ adaptation des biomasses microbiennes?
- Lien recherche // législation – réglementation // responsabilité?



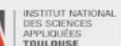


**Mercredi 12 juin 2019**

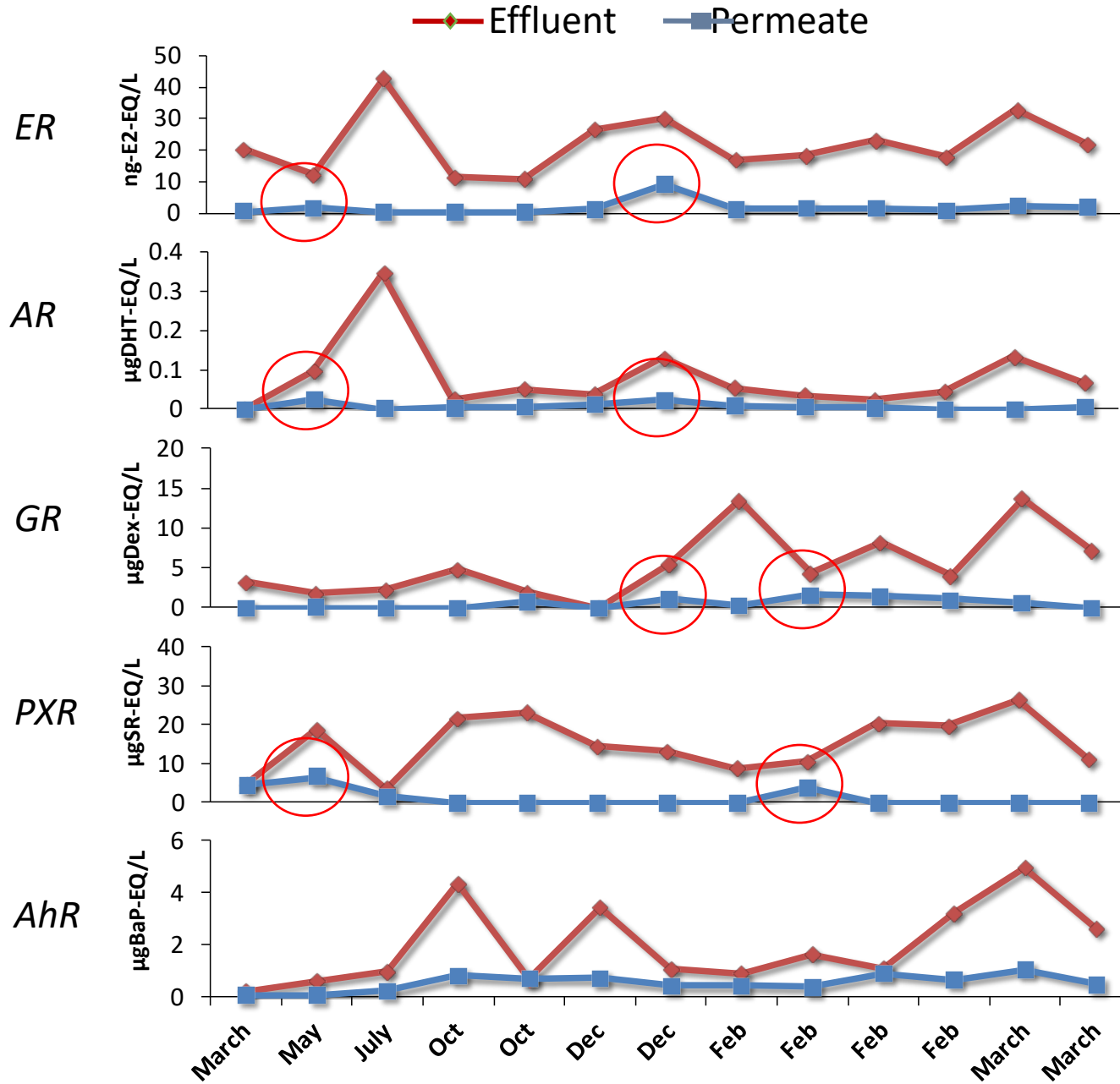
Agence de l'Eau Adour-Garonne  
90 rue du Feretra - 31078 Toulouse

### Programme de la journée :

- 9h00 – 9h30 : Accueil café
- 9h30 – 10h00 : Ouverture de la journée par l'Agence de l'Eau Adour-Garonne, le SIVOM SAGe et la mairie de Portet sur Garonne
- 10h00 – 10h15 : Rappel contexte sur les micropolluants / médicaments en sortie de STEP par l'Agence de l'Eau Adour-Garonne ou l'Agence Française pour la Biodiversité
- 10h15 – 10h30 : Objectifs de projet SMS et présentation de la plateforme, présentés par le SIVOM SAGe
- 10h45 – 11h30 : Plateforme et présentation des méthodes de suivi : suivi analytique, Ecotoxicologie, présenté par le LGC et ECOLAB
- 11h30 – 12h00 : Les toilettes WC séparatives, présenté par l'INSA
  
- 13h30 – 14h00 : Techniques de traitement de l'urine et performance, présenté par l'INSA
- 14h00 – 14h30 : Filière boues, présenté par l'INSA
- 14h30 – 15h00 : Filière eau, présenté par le LGC et ECOLAB
- 15h20 – 15h50 : Acceptabilité / Coût – Bénéfices présenté par Adict Solutions
- 15h50 – 16h30 : Discussion et perspectives pour l'avenir de la séparation à la source (Table ronde)







**Activities level**  
- Similar to industrial or hospital wastewaters  
- High (ER,AR, PXR) or very high (GR) levels

**Seasonal variations**  
- Differ between activities → different compounds  
- ER & AR quite similar

**High reduction of all the activities**

- Slight increases  
→ MBR breaks/failures?  
→ Membrane fouling/retention