

# Amélioration de la réduction des micropolluants dans les stations de traitement des eaux usées domestiques

Action A : traitements avancés intensifs

Action B : traitements avancés extensifs

Action C : boues activées

Action D : traitements boues

Action E : outils innovants

## **Projet ARMISTIQ - Action C**

**Optimisation de la réduction  
des micropolluants  
partiellement biodégradables  
- cas des boues activées -**

Pour mieux  
affirmer  
ses missions,  
le Cemagref  
devient Irstea



[www.irstea.fr](http://www.irstea.fr)

**Maxime POMIES, J-Marc CHOUBERT, Marina COQUERY**





# Rappel des objectifs de la tâche C

## Problématique

2

### Modéliser le comportement des micropolluants dans les boues activées afin d'en optimiser l'élimination

- ✓ Estimer les valeurs des paramètres pour le calage du modèle
- ✓ Estimer l'influence des conditions opératoires
- ✓ Valider le modèle

Taux MES  
Température  
Durée aération

- ✓ Données STEP taille réelle

régime permanent (initialisation)  
variables d'entrée dynamiques  
conditions réelles

Ech moy 24h

Ech moy 6h



- ✓ Données pilote

capacités d'élimination de la boue vs conditions  
conditions contrôlées

Réacteurs fermés



- ✓ Détermination du domaine de validité du modèle



# Rappel des substances recherchées

Tache C

3



Pharmaceutiques	Aténolol, métoprolol, propranolol, acébutolol, bisoprolol, betaxolol Sulfaméthoxazole, roxithromycine Ibuprofène, paracétamol, diclofénac Fluoxétine, bromazépam, amitriptiline
Alkylphénols	4-t-NP, 4-t-OP, 4-NP1EO, 4-NP2EO, 4-NP1EC
Métaux	B, Ti, Cr, Ni, Cu, Zn, Cd, Pb, Al, Fe
Pesticide	Diuron, isoproturon, atrazine, simazine
HAP	16 (liste EPA)
	+ <i>liste complémentaire antibio, produits contraste</i>



# Récapitulatif des campagnes

Evolution des conditions opératoires

4

Campagne	Date	T (° C)	Taux MES (g/l)	Durée présence O2 (h/j)
ACA1-S1	févr-11	9 - 12	5 - 6	7
ACA1-P1	mars-11			
ACA1-S2	mai-11	18 - 22	6 - 7	7
ACA1-P2	juin-11			
ACA1-S3	oct-11	16 - 17	2 - 4	9
ACA1-P3	nov-11			
ACA1-S4	janv-12	9 - 12	5 - 6	9
ACA1-P4	févr-12			

# Manip « assurance qualité »

5



## Blanc préleveur

[métaux, bétabl., med. (LPTC)]

- ✓ Relarguage: atenolol, propranolol, Cd, paracétamol
- ✓ Adsorption: Al

## Blanc cuves réacteurs

fermés [métaux, bétabl., antibio, pesticides]

- ✓ Pas de contamination



## Blanc modules filtration

[tout]

- ✓ Pas de contamination

## Modules filtration: 0.1µm vs 0.7 µm

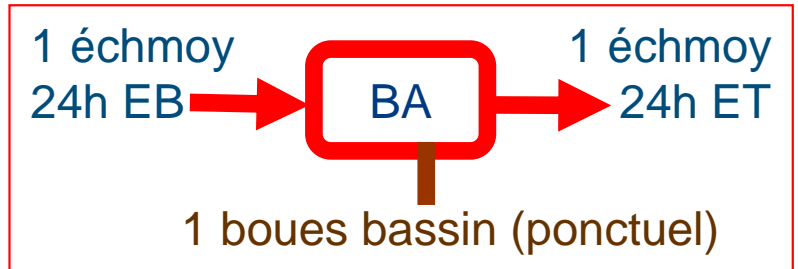
[métaux, bétabl., med. (LPTC), HAP, AKP]

- ✓ C<sub>dissous</sub> (filtré 0.1µm) > C<sub>dissous</sub> (filtré 0.7µm): Al, Fe, Pb, Cu, Zn, Ti (20 à 50%)
- ✓ C<sub>dissous</sub> (filtré 0.1µm) < C<sub>dissous</sub> (filtré 0.7µm): propranolol, diclofénac, fluoxétine, AKP

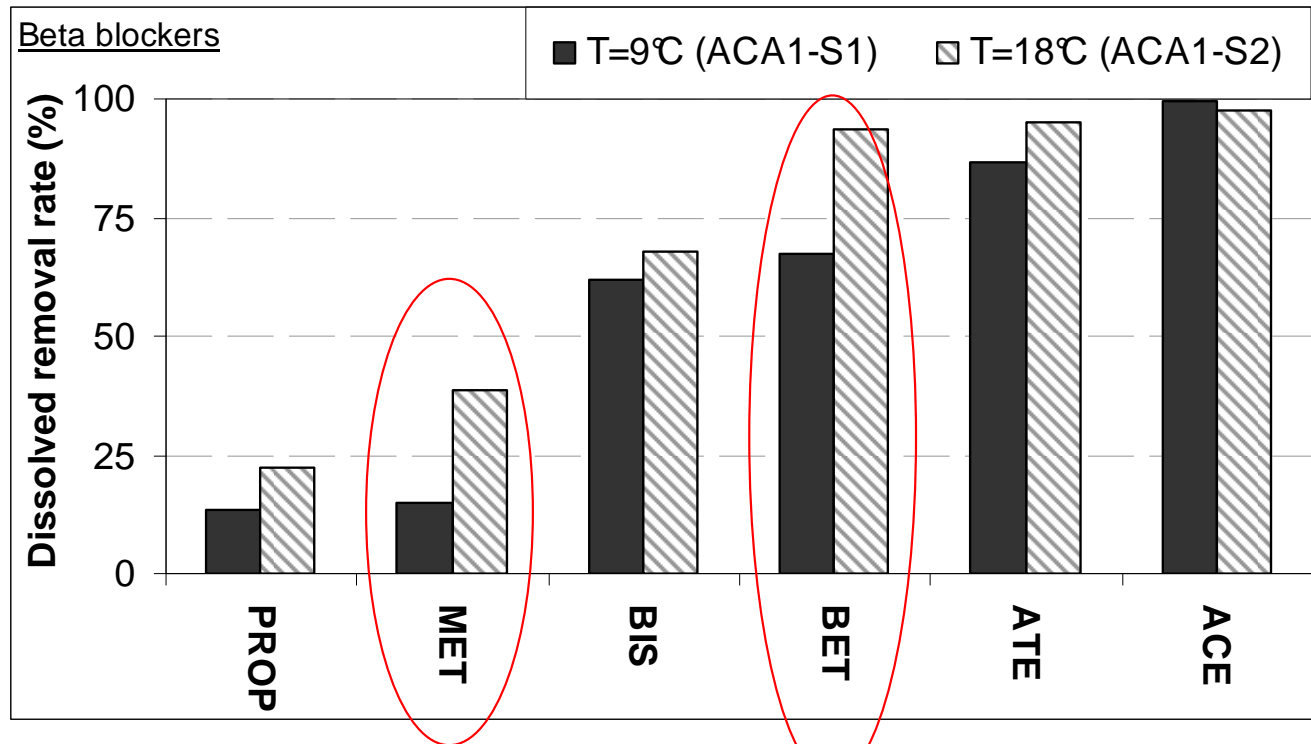
# Campagne suivi global ACA1-Sx (STEP)

## Objectif 1

- ✓ Mesure concentrations EB, ET, Boues
- ✓ Rendement vs conditions opératoires



Effet température sur rendement dissous pour les bêtabloquants:



- En attente des résultats pour les autres familles de substances et autres conditions
- A noter: rendement sur HAP = en plus par rapport à AMPERES

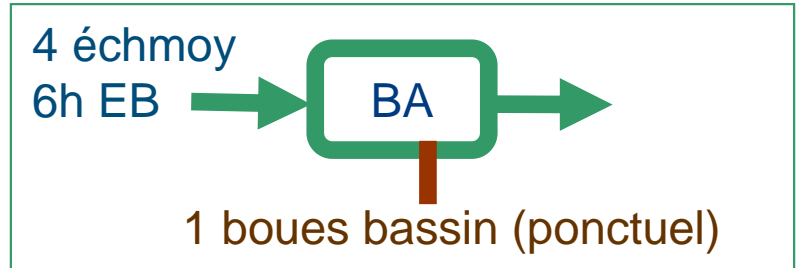
# Campagne suivi intensif ACA1-Px (STEP/pilote)<sup>7</sup>

## Objectif 1

✓ Mesure concentrations EB, ET au cours d'une journée

➤ Détermination des variables d'entrée du modèle dynamique

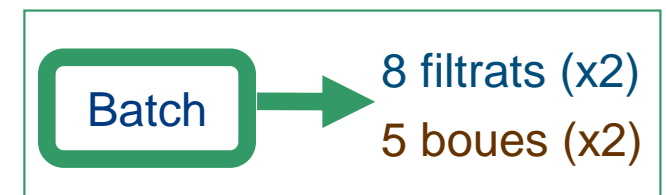
**Variation des intrants au cours d'une journée**



## Objectif 2

✓ Détermination des constantes de sorption et de biodégradation

- ✓ En réacteurs fermés
- ✓ Dopage en micropolluants (2 – 10 µg/L)
- ✓ Différentes conditions de substrat et d'aération





# Campagne suivi intensif ACA1-Px (STEP/pilote)<sup>8</sup>

## Objectif 1

### Evolution journalière en micropolluants totaux (ACA1-P2)



HAP (EB) :  
[1 – 12 ng/L]

Variabilité Ctotal (RSD%)	Eau Brute					Eau Traitée				
	Métaux	Betabloquants (dissous seul)	Autres médicaments	AKP (ACA1-P1) dissous seul	HAP	Métaux	Betabloquants	Autres médicaments	AKP (ACA1-P1) dissous seul	HAP
<10%						X	BIS, PROP	IBP, BROM.		
10% - 30%	Ni					Cu, Zn	X	X	4tOP , 4NP	X
30% - 50%	X	X	Amit r, DCF	4tOP, 4NP		Al				
50% - 80%	Al, Cd	ACE		X	X				X	



- Variabilité dans EB dans EB
- Variabilité a tendance à diminuer dans ET mais non négligeable





# Campagne suivi intensif ACA1-Px (STEP/pilote)<sup>9</sup>

## Objectif 2

### Démarche expérimentale

- ✓ Remplissage 2 pilotes (200L) avec boues bassin biologique STEP
- ✓ Réacteur « témoin » pour la concentration dopée (5L)
- ✓ Durée: 4 jours

1 en aérobie  
1 en anoxie



### Evaluation des paramètres de modélisation :

- ✓ Coefficient de partition (**sorption**)
- ✓ Cinétique de **biodégradation**
  - ✓ du micropolluant dissous ET sorbé
  - ✓ en absence de substrat biodégradable / avec substrat C et N / avec substrat N seul

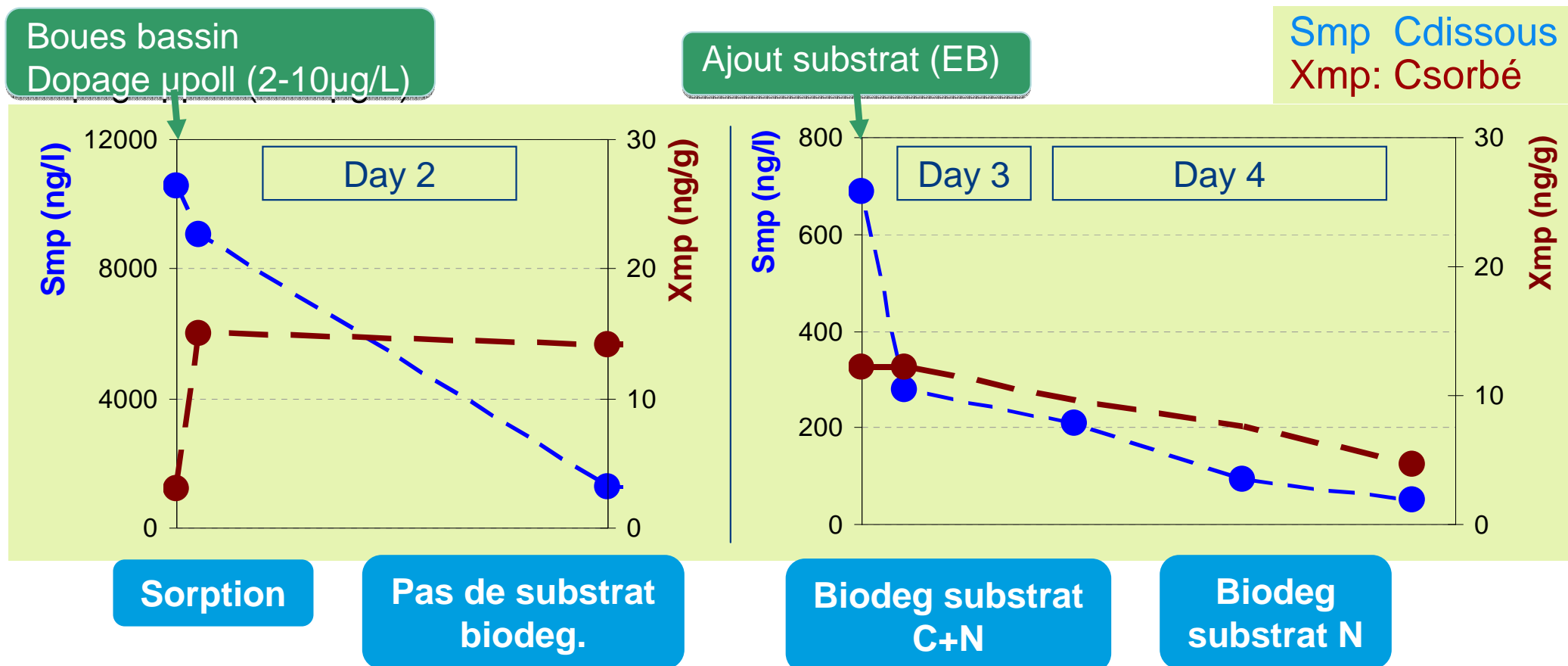




# Campagne suivi intensif ACA1-Px (STEP/pilote)<sup>10</sup>

Objectif 2

Exemple d'application : aténolol (ACA1-P1)



- Calcul des constantes cinétiques de biodégradation
- Exploitation en cours



# Réception résultats

11

Résultats reçus
En partie
Non reçus



	MTX		Bbl.		LPTC		CIRSEE	
	d	p/b	d	p/b	d	p/b	d	p/b
ACA1-S-BA1 (Mod. Filtr.)					AKP			
<b>ACA1-S-BA2 (Mod. Filtr.)</b>					AKP		232, 233	
ACA1-S1								
<b>ACA1-BP1 (Blancs batch)</b>					AKP			
ACA1-P1 (STEP / batch)						AKP		
<b>ACA1-S2</b>								
ACA1-BP2 (B. préleveurs)					AKP med			
<b>ACA1-P2 (STEP / batch)</b>								
ACA1-S3								
<b>ACA1-P3 (STEP / batch)</b>								
ACA1-BP3								



# Valorisation

12

Conférence SFGP (Nantes, 1-2 février): poster

Conférence WWTmod2012 (Montréal, 26-28 février 2012) : poster +  
workshop micropolluants

Conférence ECO-STP (ST Jacques Compostelle, juin 2012): soumis

Conférence IWA (Busan, sept 2012): soumis

# Amélioration de la réduction des micropolluants dans les stations de traitement des eaux usées domestiques

13



Réunion suivi projet ARMISTIQ  
9 février 2012

