

Réunion suivi projet ARMISTIQ
12 juillet 2012 - Bordeaux

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

Maxime POMIES, J-Marc CHOUBERT, Marina COQUERY



Rappel des objectifs de la tâche C

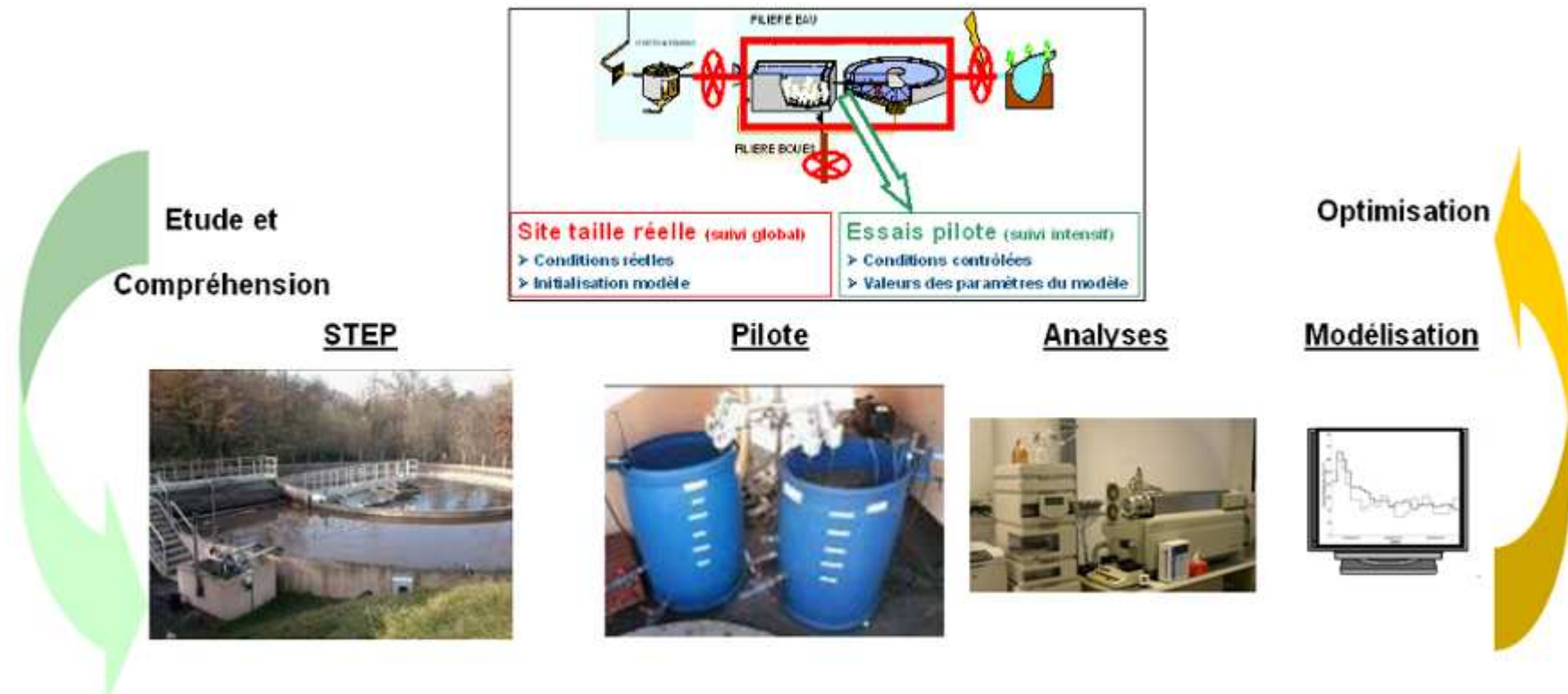
Problématique

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
- ✓ Ajuster le paramétrage avec les données STEP

Taux MES
Température
Durée aération





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			

Démarche et objectifs

Réception résultats

5

	Métaux	Bétablo- quants	Autres médic.	AKP	HAP	Antibio.	Pesticides
ACA1-S1/P1	dissous + particulaire + boues	dissous + particulaire + boues	dissous + particulaire + boues	dissous	dissous + particulaire + boues	Dissous prévu mi- juillet part+boues?	Dissous prévu mi- juillet part+boues?
ACA1-S2/P2	dissous + particulaire + boues	dissous + particulaire + boues	dissous + particulaire + boues (manque qqs éch.)	dissous	dissous + particulaire + boues (manque qqs éch.)	Diss+part+ boue Prévu mi- juillet	Diss+part+ boue Prévu mi- juillet
ACA1-S3/P3	Qqs dissous part+boues?	Qqs dissous part+boues: été	Prévu juillet	Prévu juillet	Prévu juillet	Dissous prévu juillet part+boues?	Dissous prévu juillet part+boues?
ACA1-S4/P4	Dissous part+boues?	prévu été/septembre	Septembre?	Septemb re?	Septembre ?	Dissous prévu juillet part+boues?	Dissous prévu juillet part+boues?

✓ 40% des résultats d'analyses disponibles à l'heure actuelle

✓ Priorités transmises

✓ Prévion d'envoi des résultats à affiner si possible

✓ Délai fin de thèse et livrable projet ARMISTIQ → sept/oct pour pouvoir traiter données

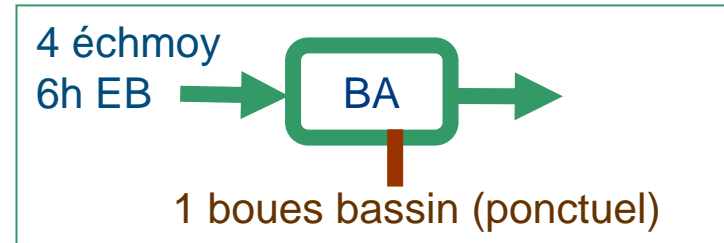


Campagne suivi intensif ACA1-Px (STEP/pilote)⁶

Objectif 1

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

➤ Détermination des variables d'entrée du modèle dynamique



Variation des intrants au cours d'une journée

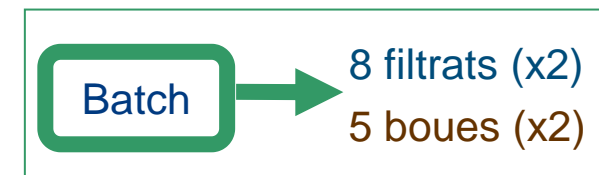
Objectif 2

✓ 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

✓ Etude comportement des micropolluants

✓ Influence conditions opératoires





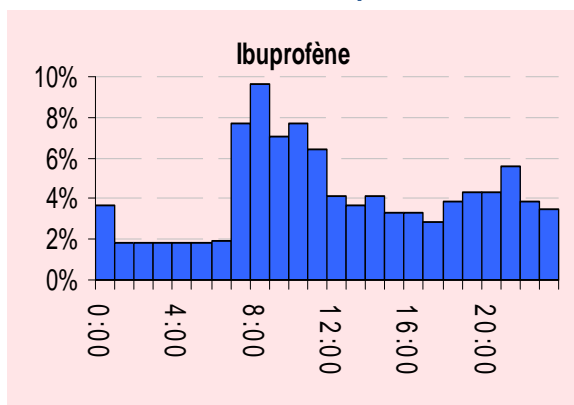
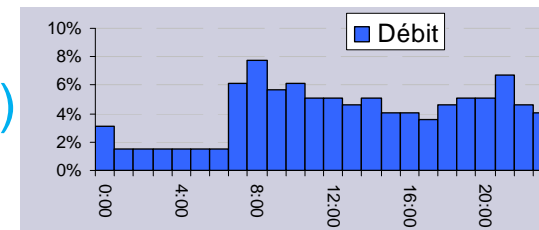
Campagne suivi intensif ACA1-Px (STEP/pilote)⁷

Objectif 1

Evolution journalière des flux totaux entrants (ACA1-P2)

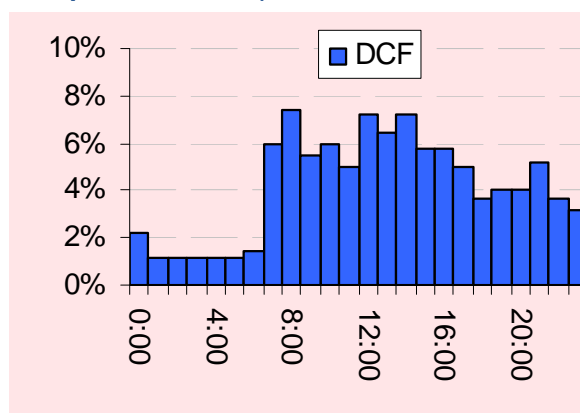
En ordonnées : Flux horaire/ Flux journalier (%)

En flux total, manque AKP, antibio, pesticides)



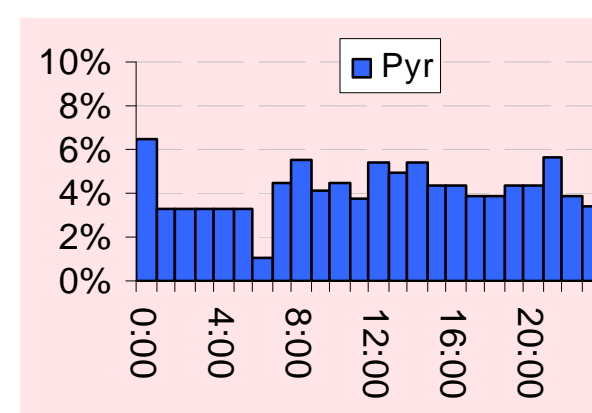
✓ Pics 8h et 20h

Ex: ibuprofène,
Paracétamol,
aténolol



✓ Flux important le jour
(suit le débit)

Ex: diclofénac, fluoxétine,
chrome, fer, ...



✓ Répartition homogène

Ex: HAP

- Plusieurs allures différentes (lié aux prescriptions médicales pour médicaments)
- Flux très faible pendant la nuit sauf pour les HAP

➤ Importance de caractériser précisément la dynamique des concentrations et flux en entrée pour le modèle



Campagne suivi intensif ACA1-Px (STEP/pilote)⁸

Objectif 2

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

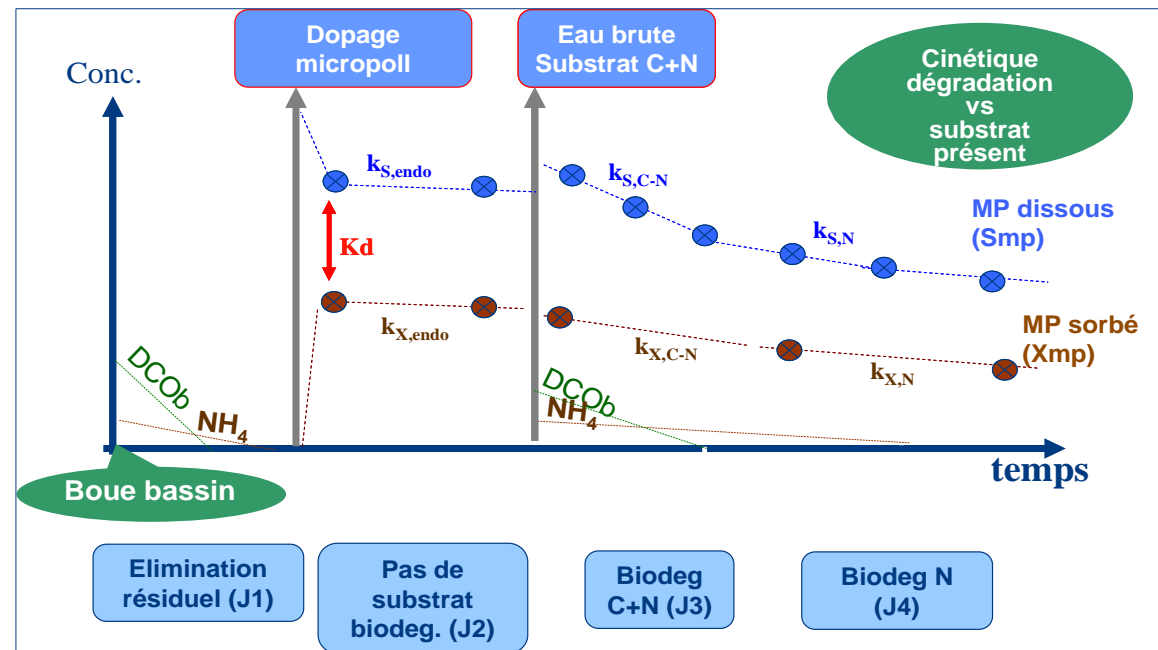


Démarche expérimentale

- ✓ Remplissage 2 pilotes (200L)
- ✓ Dopage



1 en aérobie / 1 en anoxie



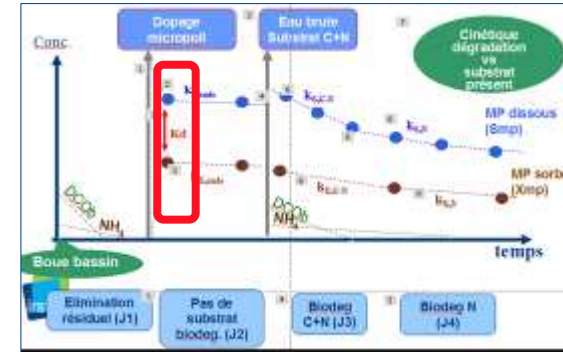
Campagne suivi intensif ACA1-Px (STEP/pilote)⁹

Objectif 2

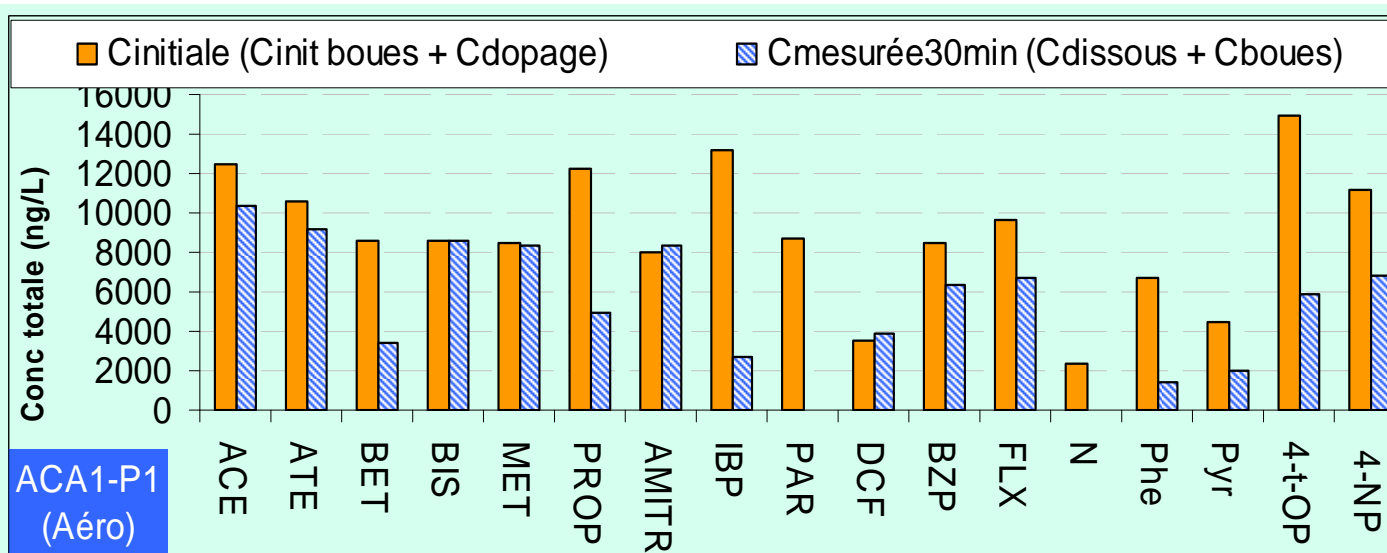
Détermination du Kd

$$Kd = \frac{X_{mp,exp}}{S_{mp,exp}}$$

✓ Calcul avec concentration dissoute et boues 30 min après dopage



Vérif bilan matière entre concentration initiale et 1ers prélèvements?



✓ Masse pas toujours conservée entre t0 et t30min (biodeg, production, autre?)

Autre méthode pour Kd : utiliser mesure sur la STEP



Campagne suivi intensif ACA1-Px (STEP/pilote)¹⁰

Objectif 2

Biodégradation endogène (exemples tirés de ACA1-P1 aérobie)

✓ Allure de l'évolution des concentrations

Légende:

Smp: MP dissous

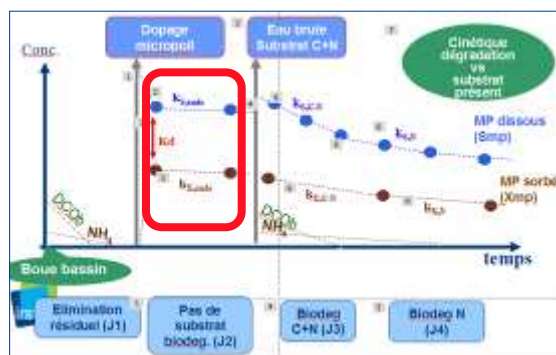
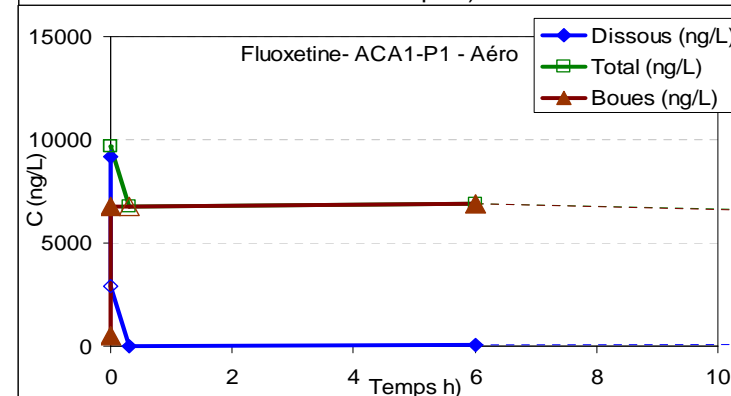
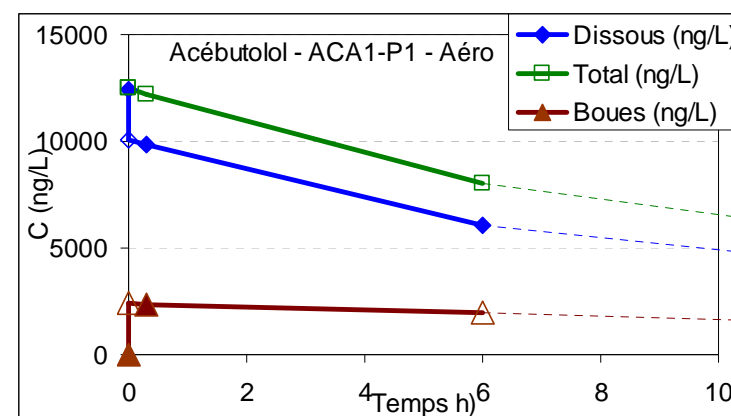
Xmp: MP sorbé

Total

Smp	Xmp	
	—	ACE, ATE, IBP, BIS, MET
—	—	Tous les autres

✓ACA1-P1 : tout sauf pesticides, antibio

✓ACA1-P2: manque pesticides, antibio, boues médicaments et AKP



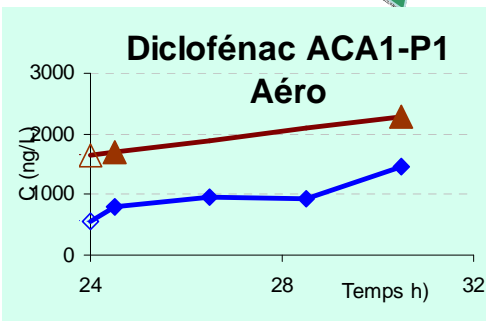
➤ Peu de substances sont biodégradées en absence d'un substrat biodégradable (DCO, N)

Campagne suivi intensif ACA1-Px (STEP/pilote)¹¹

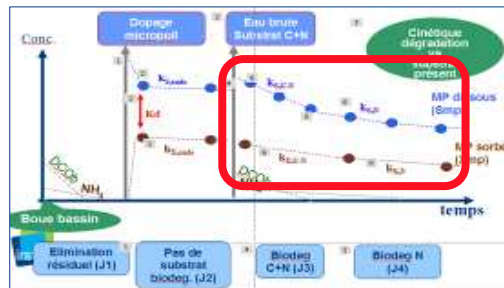
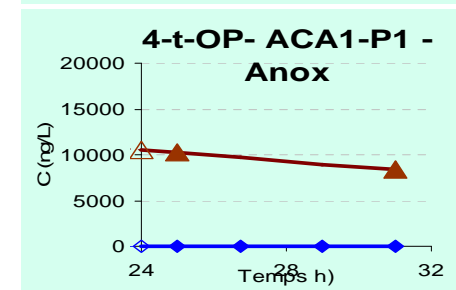
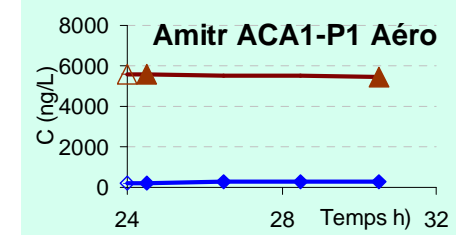
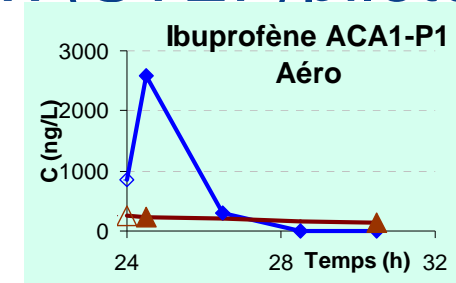
Objectif 2

Biodégradation en présence de substrat

Smp	Xmp	
↘	—	ATE, IBP, Para, ACE, BIS
—	—	BET, MET, N, Phe, Amitr, BZP, Fluox
—	↘	Pyr, OP, NP
↗	↗	DCF



- ✓ Phénomène désorption?
- ✓ Concept de composés parents (reporté par Plosz, 2012 pour DCF)?



- Davantage d'élimination qu'en endogène
- Distinction $k_{S,CN}$ et $k_{S,N}$ (ex: ibuprofène, paracétamol)
- Analyse boues : mise en évidence évolution dans boues (ex: AKP, HAP, amitriptyline, diclofénac)
- Calcul du R2 (entre dopage et fin manip) concorde avec R2 AMPERES

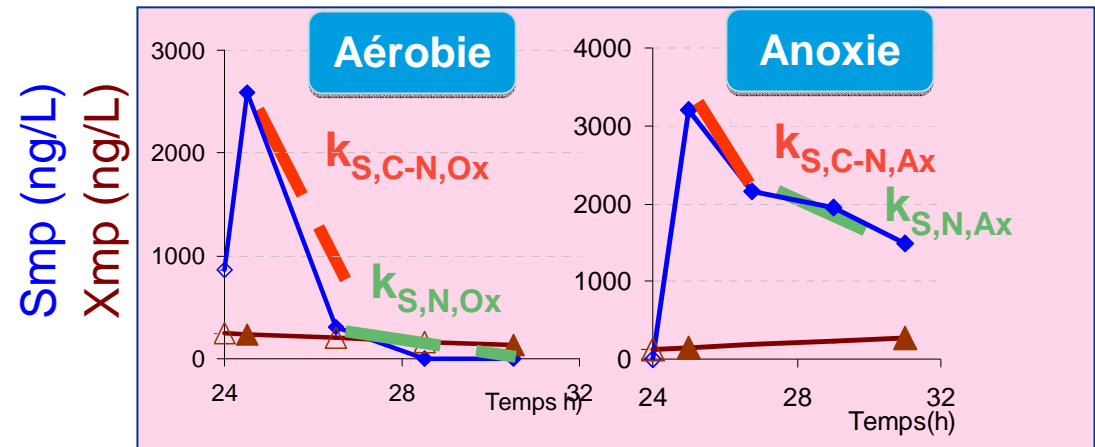


Campagne suivi intensif ACA1-Px (STEP/pilote)¹²

Objectif 2

Influence condition Redox

- ✓ Elimination en aérobie >> anoxie
 - ✓ Observé pour acébutolol, bisoprolol, métoprolol, aténolol, phénanthrène, ibuprofène, paracétamol



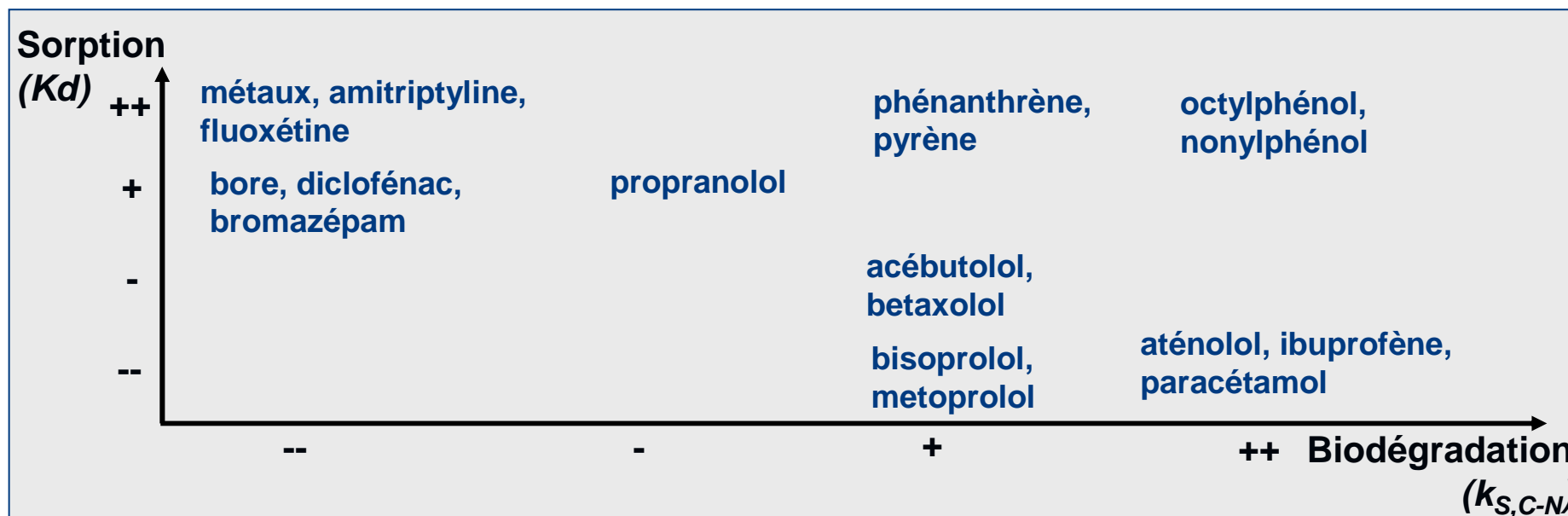
✓ Influence des conditions opératoires à déterminer (rédox, T, concentration MES)



Campagne suivi intensif ACA1-Px (STEP/pilote)¹³

Objectif 2

Bilan quantitatif : micropolluants vs processus



✓ Classement des micropolluants suivant leur comportement



Campagne suivi intensif ACA1-Px (STEP/pilote)¹⁴

Suite exploitation avec les données réacteurs fermés

2 campagnes à exploiter (ACA1-P3 et 4) et ACA1-P2 à compléter

Influences conditions fonctionnement sur les performances de traitement

Rédox, température, concentration MES bioréacteur

Paramétrage mesuré pour les 4 campagnes

Sorption, biodégradation

Modélisation traitement micropolluants au sein de la STEP

Intégration dans ASM1 sous Scilab (en cours)



Livrables ARMISTIQ 2012

- ✓ **Calage et validation d'un modèle dynamique sur le procédé boues activées**
- ✓ **Exploitation des résultats de simulation pour l'identification des points d'amélioration de la filière boues activées**

Conférences

- ✓ Conférence SFGP (Nantes, 1-2 février): poster (protocole réacteurs fermés)
- ✓ Conférence WWTmod2012 (Montréal, 26-28 février 2012) : poster (protocole réacteurs fermés) + workshop micropolluants (modèles dans la littérature, article dans les actes)
- ✓ Conférence IWA (Busan, sept 2012): **présentation (variabilité influents et effets conditions opératoires sur rendements)**

Articles

- ✓ **Article « biblio modélisation »**
 - ✓ Finalisation en cours
- ✓ **Article Stratégie expérimentale (axée sur protocoles réacteurs fermés)**
 - ✓ en cours (pour septembre)
- ✓ **Article Influence conditions opératoires STEP sur rendements**
 - ✓ en cours (pour octobre)
- ✓ **Article Calage/validation du modèle**
 - ✓ Pour octobre

Remerciements à toutes les personnes impliquées dans les manip :

- Clément et Jean-Marc;
- labo d'analyse des paramètres majeurs, métaux et organiques (Irstea);
- labo d'analyse de EPOC-LPTC;
- labo d'analyse CIRSEE-Suez environnement.



Réunion suivi projet ARMISTIQ
12 juillet 2012 - Bordeaux

