

Projet ARMISTIQ

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

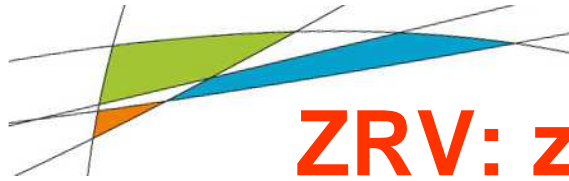
Projet ARMISTIQ - Action B

*Réduction des micropolluants
réfractaires par traitements
avancés extensifs*

Jean-Marc CHOUBERT, Alexandre TAHAR, Marina COQUERY

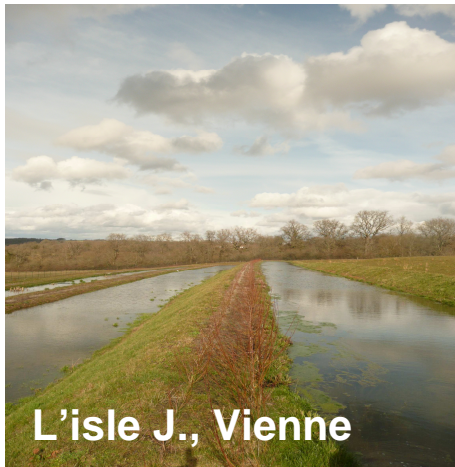
Avec les partenaires : LPTC et CIRSEE, Suez Environnement



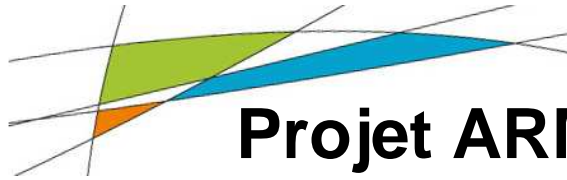


ZRV: zones de rejet végétalisées

- ZRV = Ouvrage entre le rejet de la STEU et le milieu
- grande variété de filières
 - Géométrie, Écoulement, Matériaux (sol en place, remanié, ou matériau rapporté)



- Points communs : présence végétaux + aménagement dans espace contraint
- Les mécanismes
 - évaporation / infiltration
 - filtration + dégradation/ adsorption (interactions sol)
 - évapotranspiration + dégradation/ absorption (interactions végétaux)
 - adsorption (interactions matériaux)



Projet ARMISTIQ

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

ACTION B:
ouvrages construits entre rejet de STEP et milieu récepteur de surface

Mesure micropolluants sur échantillons:

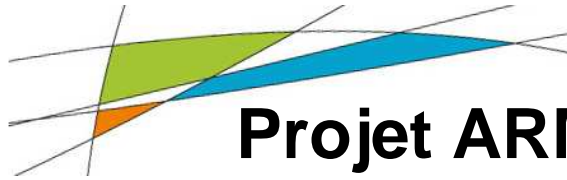
1 – prélevés sur des sites existants

processus photodégradation

processus biodégradation (plantes, sols)

*infiltration**

2 - en contact avec des matériaux adsorbants



Projet ARMISTIQ

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

ACTION B:
ouvrages construits entre rejet de STEP et milieu récepteur de surface

**Substances =
micropolluants réfractaires aux STEP secondaires**

AKP (butyl, octyl, nonylphénols, ethoxylates) ; **HAP** (16)

Pesticides (atrazine, simazine, diuron, isoproturon, glyphosate, AMPA)

Métaux (Cr, Ni, Cu, Pb, Cd, Li, B)

Produits de contraste (iopromide)

Antidépresseurs (carbamazépine, diclofénac, diazepam)

Antibiotiques (sulfaméthoxazole, roxithromycine)

Analgésiques (ibuprofène)

Bétabloquants (aténolol, métoprolol, propranolol, sotalol)



PROJET ARMISTIQ

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

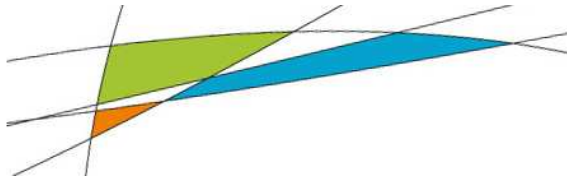
Zones de rejets végétalisées (sites existants)

Action B : traitements avancés extensifs

J.-M. Choubert, C. Crétollier, C. Boutin, M. Coquery

Réunion ARMISTIQ – 31 janvier 2011



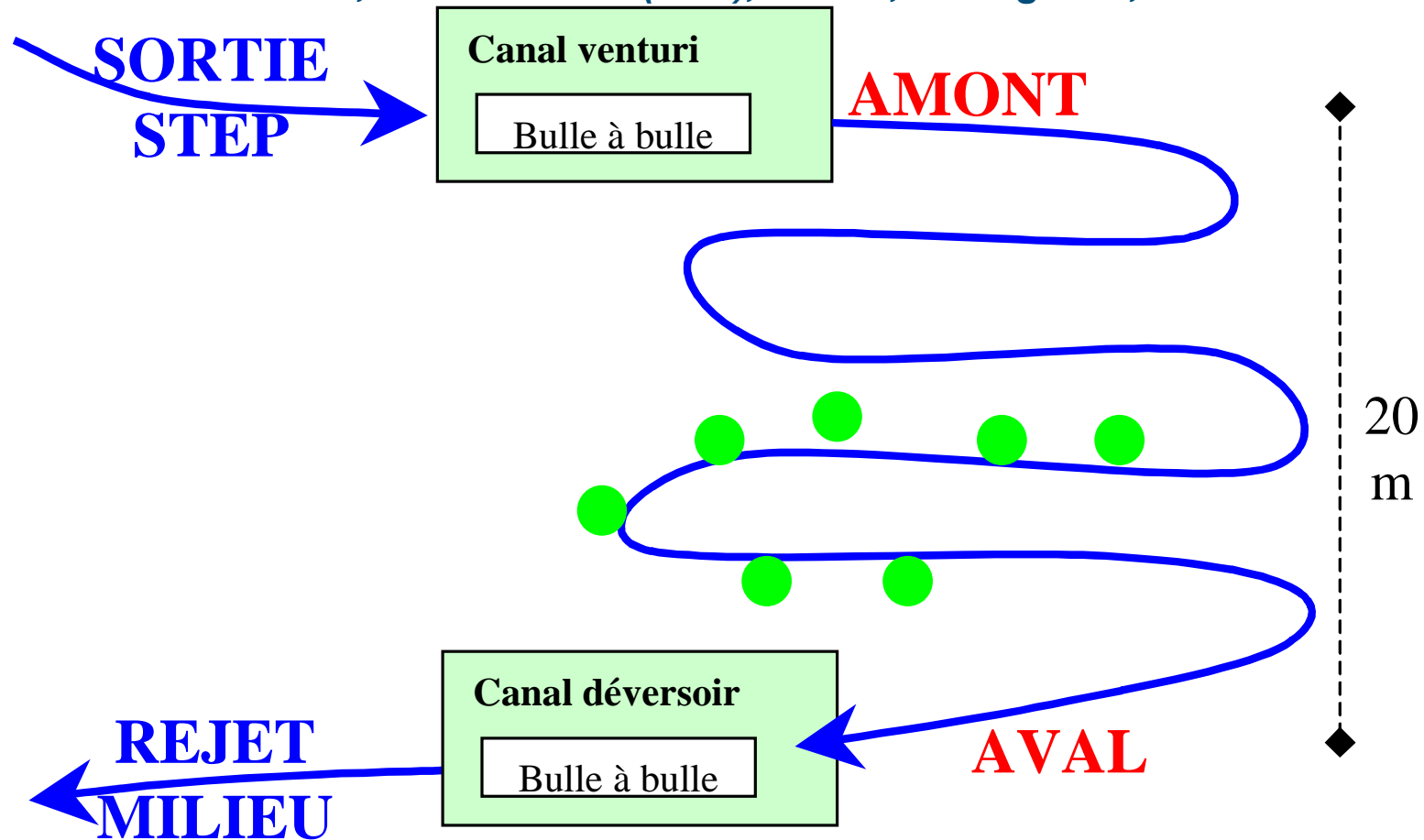


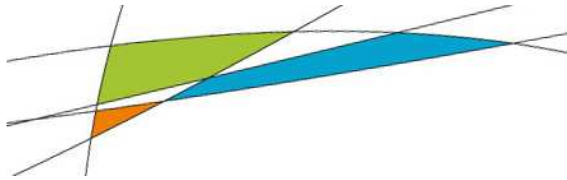
ZRV- 2010

① ACA3-PA1 Valfleury (42)

- sept. 2010 -

- Fossé-noues, cheminement (80m), saules, sol argileux, HRT court





ZRV- 2010

① ACA3-PA1 Valfleury (42)

- sept. 2010 -

- Fossé-noues, cheminement (80m), saules, sol argileux, HRT court
- STEP amont = filière Déc digesteur + inf-percolation nitrifiant (450 EH)
- 30 m³/j; 4 bâchées/j

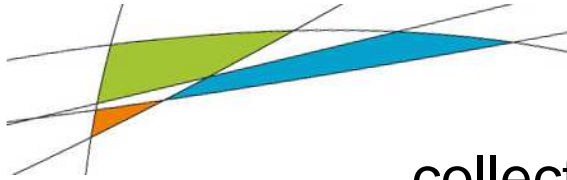
Amont ZRV= STEP (450 EH)



ZRV, 80 m, argile



- 2 échantillons moyen 24H, E/S
- 2 échantillons moyen 2h, E/S, jour/nuit



ZRV-micropolluants

collecte d'échantillons se poursuivra en 2012

① ACA3-PA1 Valfleury (42)

- sept. 2010 -

- *Fossé-noues, cheminement (80m), saules, argile*
- *photodégradation ? HRT courts*

② Site n°2

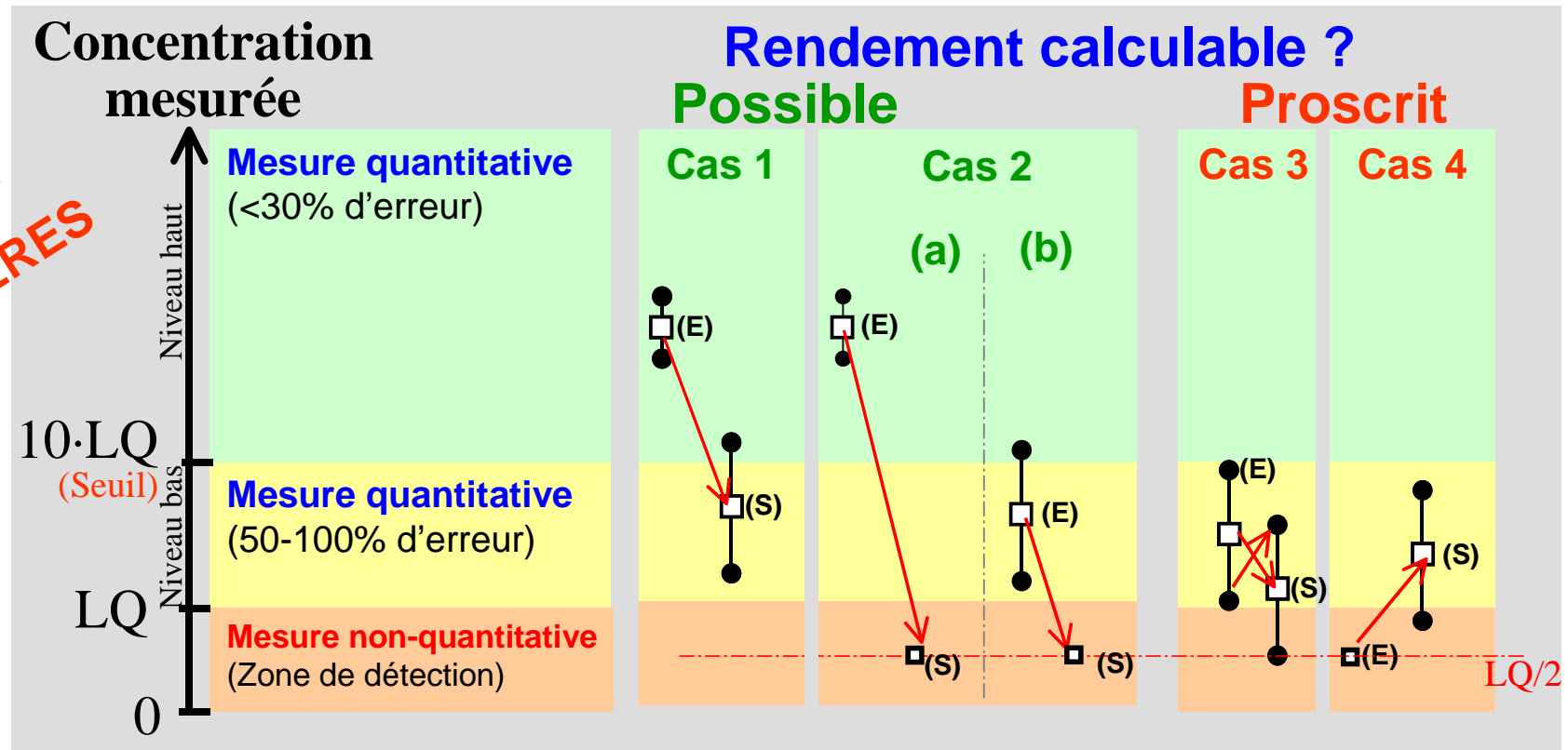
- *Fossé-noues, cheminement planté avec contribution du sol*

③ Site n°3

- *Bassin*

ZRV-micropolluants: Questions

PROJET
AMPERES



Informations concernant les substances :

- Tableau des limites de quantification (LQ) pour eaux entrée / sortie tertiaires
- Niveau Haut/Bas ? → 5·LQ, ou 2,5 envisageable ?
- Incertitudes → 30% pour niveau Haut, et 50-100% pour niveau bas

Blanc échantillonneur automatique : en fait-on un ?



PROJET ARMISTIQ

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

Matériaux Adsorbants

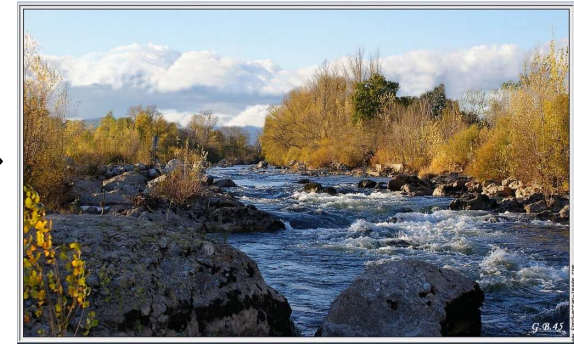
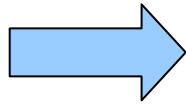
Action B : traitements avancés extensifs

A. Tahar, J.-M. Choubert, P. Molle, M. Coquery

Réunion ARMISTIQ – 31 janvier 2011

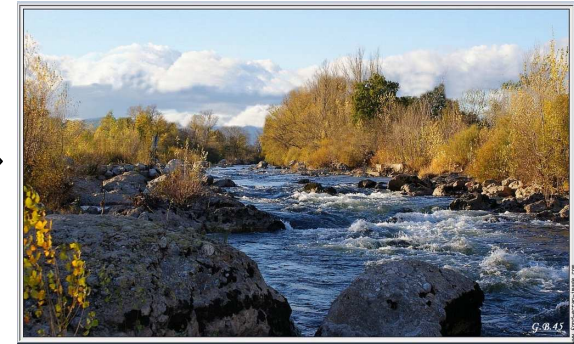
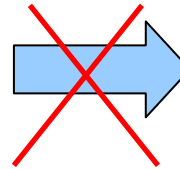
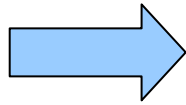


Présentation problématique



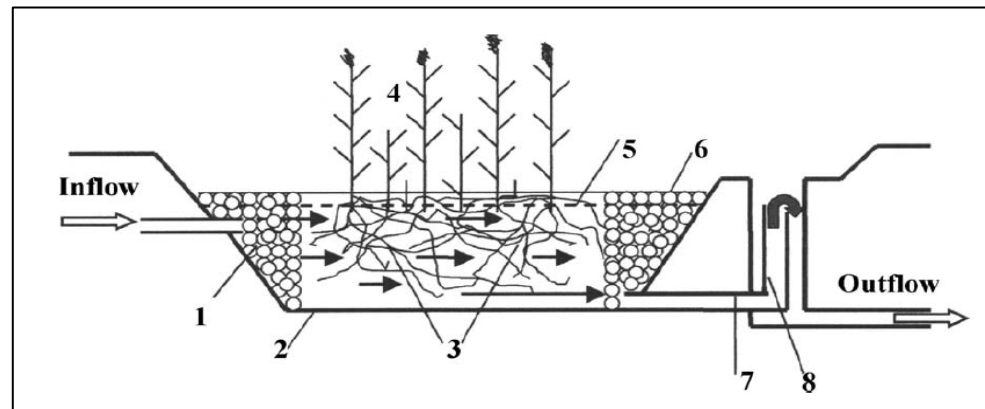
STEP conventionnelles = vecteur principal μ pol vers milieu
(conclusions AMPERES, Carballa *et al.*, 2004; Spongberg *et al.*, 2008, etc.)

Présentation problématique



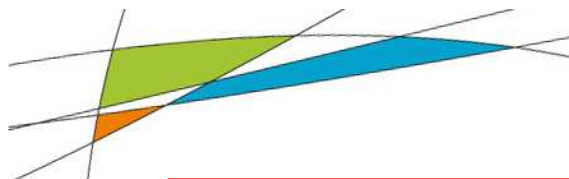
solution
proposée :

procédé tertiaire extensif (*tâche B*)



(Vymazal, 2005)

nécessité de trouver un/ou des **matériaux** permettant l'optimisation
de l'**adsorption** → recherche biblio (stage) + manip (CDD)



Plan

1 : Recensement des données disponibles sur matériaux adsorbants alternatifs et C.A. (biblio)

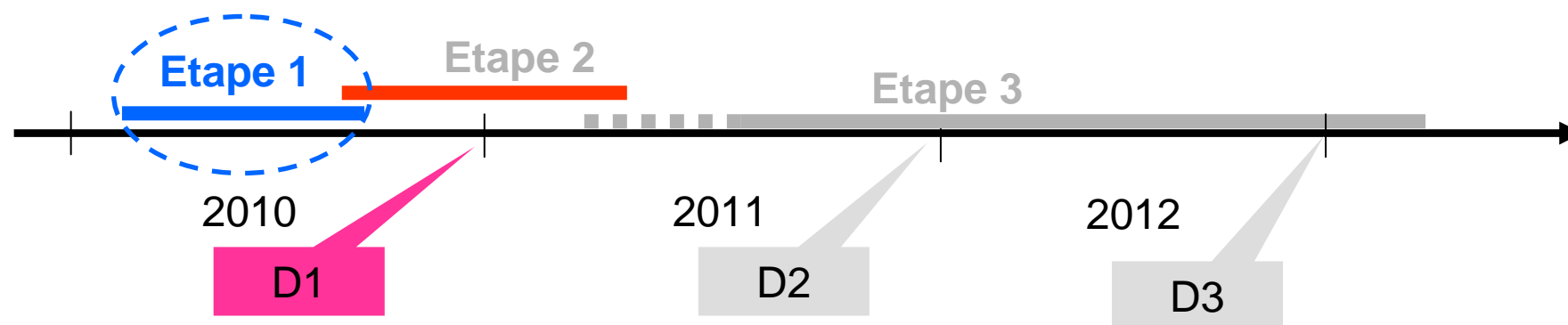
2010

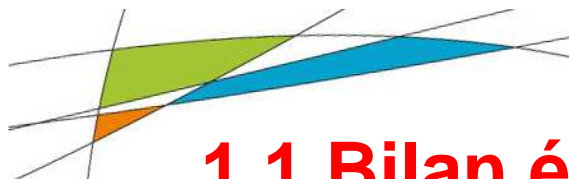
1.1 bilan labo (littérature)

1.2 bilan *in-situ* (littérature)

2 : Tests en laboratoire (court-terme) de la capacité d'adsorption des molécules pharmaceutiques et pesticides
2010 → 2011

3 : Évaluation à l'échelle pilote pour les matériaux adsorbants alternatifs concluants (18 mois) : **mi-2011 à début 2013**





Démarche étape 1...

1.1 Bilan études de laboratoire

- 1- état des lieux global

base de données initiales
(choix de se restreindre
aux études « batch »)

133 publications

317 données

116 matériaux

122 molécules

tous matériaux et
molécules confondus

- 2- centrer sur les
données pertinentes

(critères de discrimination)

molécules non
recherchées

matériaux « exotiques »

conditions opératoires
non appropriées

- 3- base de
données finale

46 papiers

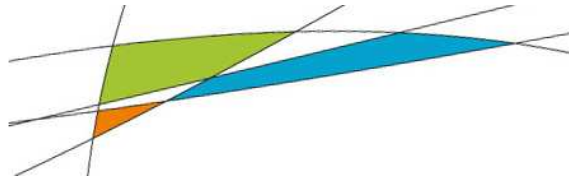
143 données

67 matériaux

75 molécules

(PPCPs + pesticides)

1.2 Bilan études échelle pilote



Bilan (étape 1) et perspectives (étapes 2 et 3)...

Principaux résultats :

CA globalement supérieurs mais certains matériaux ont du potentiel pour la rétention de substances visées (**LECA, zéolites, etc.**)

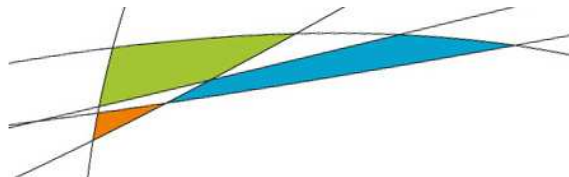
mais...

- aucune donnée en **cocktail de substances**
- aucune donnée générée à partir d'une **matrice réelle** et pertinente (eau secondaire)
- peu de données *in-situ*

Études labo

→ nécessité de générer nos propres données

- labo (étape 2)
- pilote (étape 3)



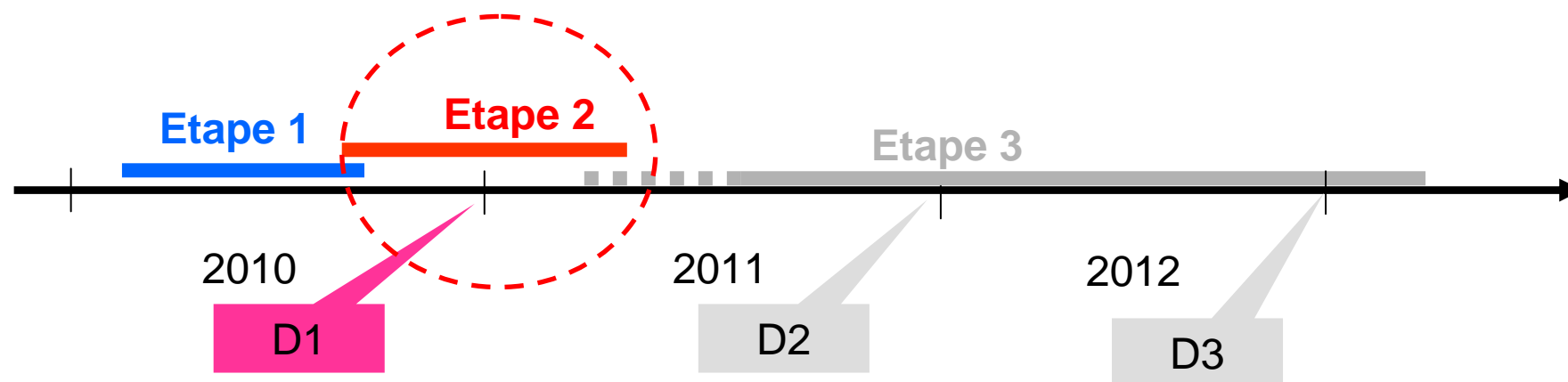
Plan

1 : Recensement des données disponibles sur matériaux adsorbants alternatifs et C.A. (biblio) 2010

2 : Tests en laboratoire (court-terme) de la capacité d'adsorption des molécules pharmaceutiques et pesticides 2010 → 2011

tests adsorption en réacteur fermé (batch)

3 : Évaluation à l'échelle pilote pour les matériaux adsorbants alternatifs concluants (18 mois) : mi-2011 à début 2013





Protocole manip adsorption (octobre)

- étape 2 : tests de laboratoire

→ 3 matériaux à l'étude (CA, LECA, zéolite)

objectif : affiner les choix matériaux pour future étude sur pilote

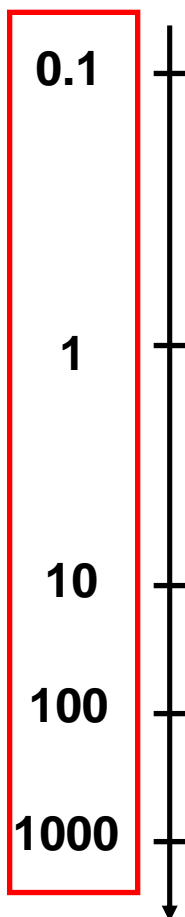
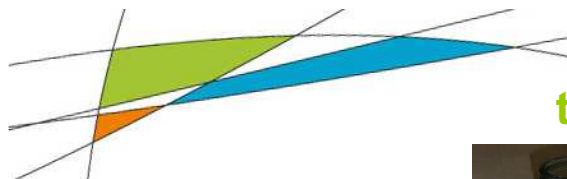
démarche : étude d'adsorption de substances en **batch** (réacteur fermé)

→ obtention données :

- isothermes (CMA, b)
- rendements (%)

moyens expérimentaux :

- travail à faibles C_0 sur cocktail → **PRÉCAUTIONS**
- eaux réelles (sortie filtre à sable)
- 20 analyses



Conc. de chaque
substance du cocktail
(µg/L)

t0



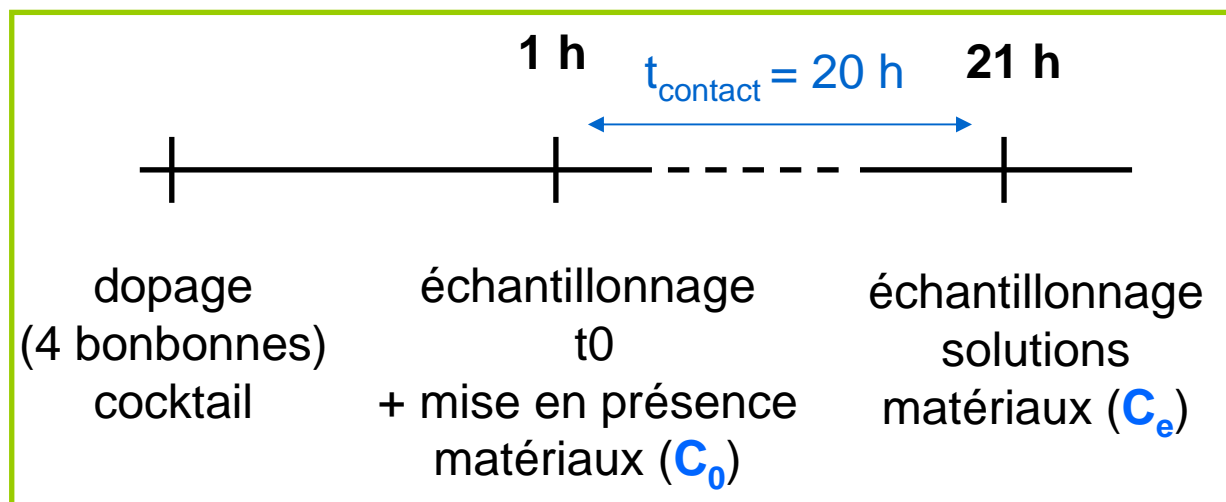
CA



LECA



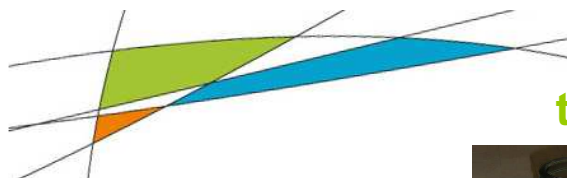
zéolite



obtention données :

• **rdt (%)** →
$$Rdt(\%) = \frac{C_0 - C_e}{C_0} \times 100$$

• **isothermes** = détermination de CMA et b



t0



CA



LECA



zéolite



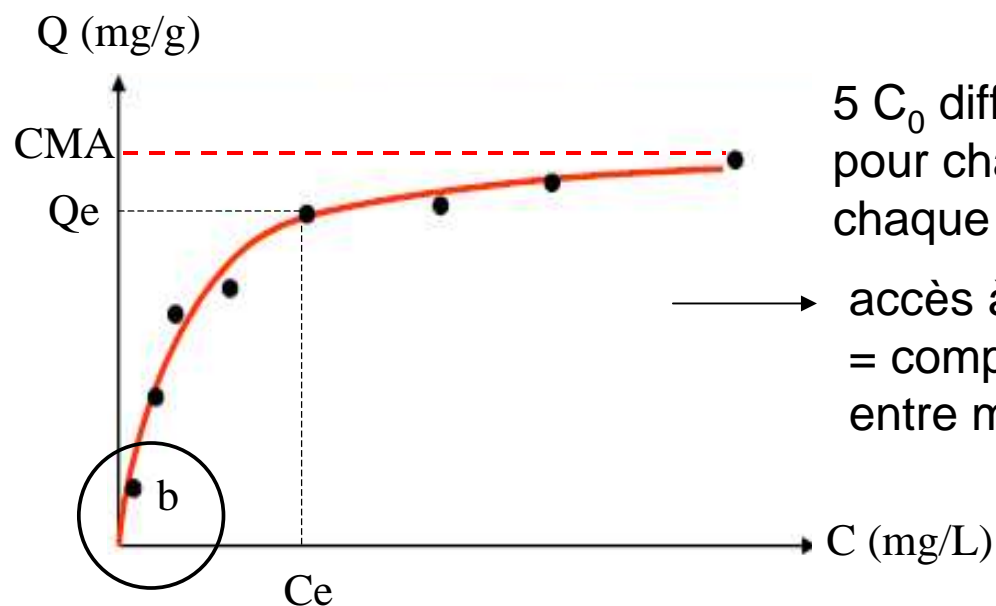
0.1

1

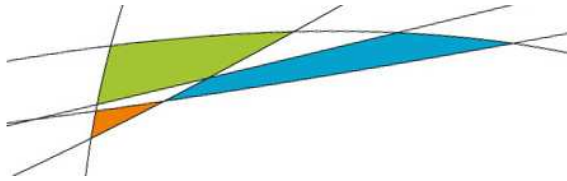
10

100

1000



[] de chaque molécule
du cocktail ($\mu\text{g/L}$)



Protocole manip adsorption (octobre)

- **opérations unitaires sur chaque réacteur**

- + précautions prélèvement / échantillonnage
- + bonbonnes **verre** (Veau = 7L) **préalablement lavées**
- + systèmes « moteur + potence + **pâte téflon** »,
- + **eau de sortie** de la **STEP** de Valfleury (filtre à sable)
- + lavage matériaux
- + papier allu.
- + vials de dopage des laboratoires partenaires (**rapport solvant / eau** le plus petit possible)

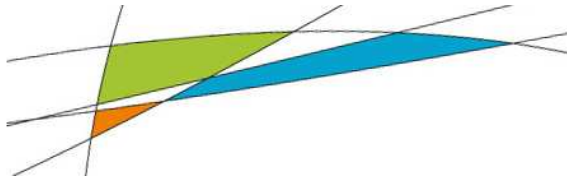
- **manip préliminaires**

(même protocole mais absence de matériau)

but :

faisabilité dopages ?? = augmentations possibles des concentrations ?
expérience témoin → molécules adsorbées sur parois ? biodégradées ?





premiers résultats

- manip préliminaire (sans matériau)

- écart moyen **t0 vs t24 = 6.6%** (13 substances)

- plus grand écart pour **diuron** : $[]_{t0} = 557 \mu\text{g/L}$ vs $[]_{t24} = 688 \mu\text{g/L}$

→ écart = 23.5 %

essais
concluants

- **dopages réalisables** (y compris aux fortes concentrations)

- manip avec matériau adsorbant

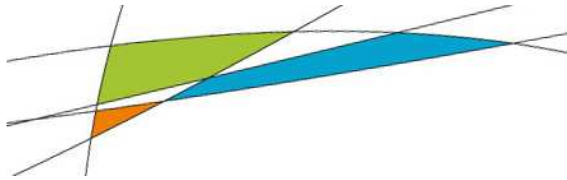
ce jour, résultats seulement pour glyphosate

pas quantifiés aux faibles $[]$... → pas de traçage d'isothermes possible

données rdt (%) :

| glyphosate ($C_0 = 800\mu\text{g/L}$) | CA | LECA | ZEOLITE |
|---|------|------|---------|
| C_e (t = 20h) | 1.6 | 200 | 100 |
| Rdt (%) | 99.8 | 75 | 87.5 |

en attente des autres résultats...



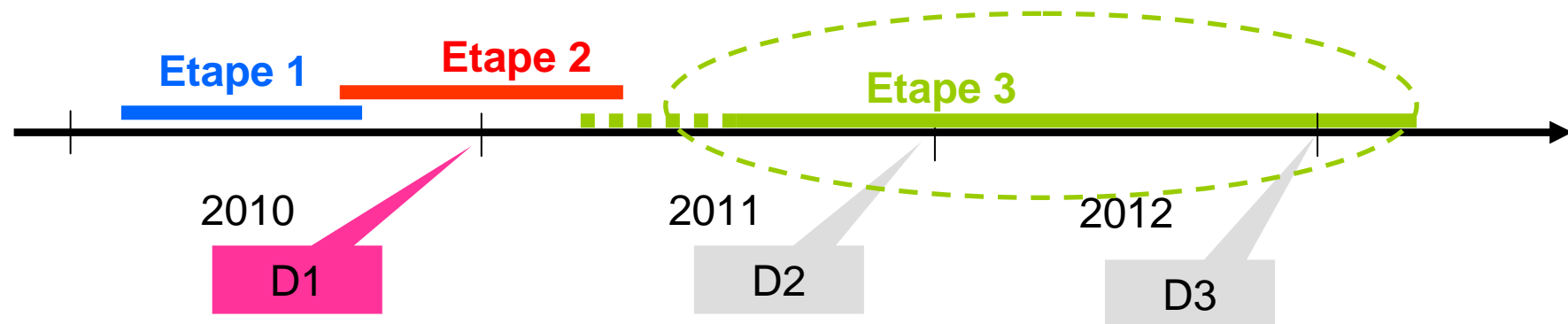
Conclusions et perspectives

- résultats encourageants, matériaux alternatifs potentiels
- en attente résultats manip batch...

perspectives :

- analyses résultats étape 2 (mesures de labo)
- mise en place étape 3 (mesures pilotes 1m³)

3 : Évaluation à l'échelle pilote pour les matériaux adsorbants alternatifs concluants (18 mois) : mi-2011 à début 2013





étape 3 : mesure sur pilote semi-industriel

évaluation performances de matériaux alternatifs en conditions réelles de filtration lente

substances = idem étape 2 (PPCPs + pesticides)
+ métaux + AKP + HAP

matériaux à sélectionner (étape 2)

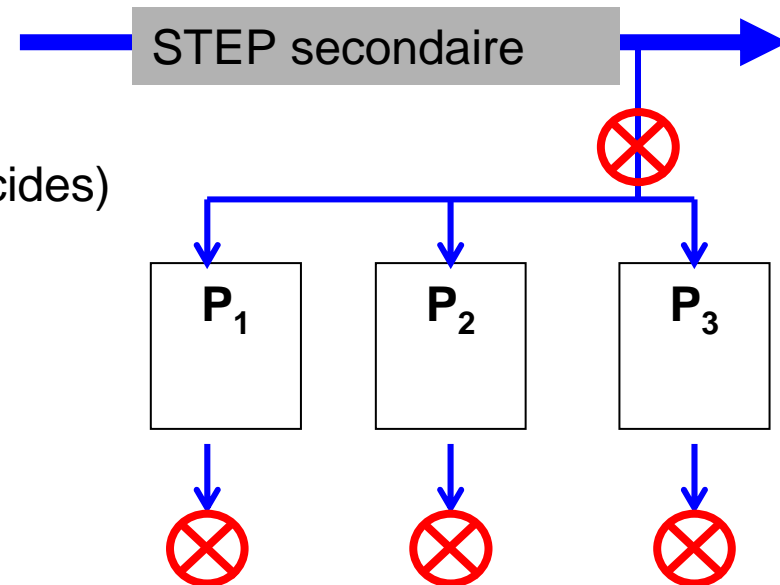
mode opératoire

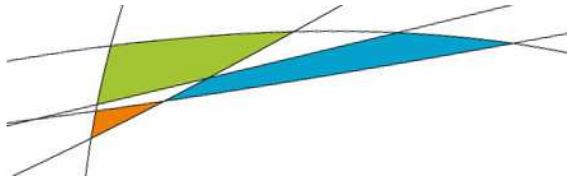
3 pilotes en parallèle

mesures des concentrations en substances (entrée / sortie)

→ obtention rendements d'élimination

2 campagnes (4 échantillons) prévues en 2011
+ 6 campagnes en 2012





Des points à préciser ?
Comment jugez-vous notre démarche ?
Précautions suffisantes ?

Conseils pour la suite ?
Limites de quantification et incertitudes des analyses ?
Programme des arrivées des résultats d'analyses ?

Plus d'info dans le livrable :
« Matériaux adsorbants pour la rétention et le traitement de substances pharmaceutiques et phytosanitaires (D1) : (1) Caractéristiques et (2) éléments de choix »
Cemagref 2010. 26 p., TAHAR A., CHOUBERT J.-M., MOLLE P., COQUERY M.