



**HAL**  
open science

## Processus d'oxydation biologique et d'élimination du fer et de l'arsenic dans des eaux de Drainage Minier Acide (DMA) : expériences à l'échelle d'un pilote de laboratoire

L. Fernandez-Rojo, E. Torres, C. Braungardt, A. Desoeuvre, E. Resongles, S. Delpoux, M. Héry, C. Casiot

### ► To cite this version:

L. Fernandez-Rojo, E. Torres, C. Braungardt, A. Desoeuvre, E. Resongles, et al.. Processus d'oxydation biologique et d'élimination du fer et de l'arsenic dans des eaux de Drainage Minier Acide (DMA) : expériences à l'échelle d'un pilote de laboratoire. Institut Montpellierain de l'Eau et de l'Environnement (IM2E)- Journée des Doctorants, Mar 2015, Montpellier, France. hal-02441199

**HAL Id: hal-02441199**

**<https://hal.science/hal-02441199>**

Submitted on 15 Jan 2020

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# Processus d'oxydation biologique et d'élimination du fer et de l'arsenic dans des eaux de Drainage Minier Acide (DMA) : expériences à l'échelle d'un pilote de laboratoire

Fernandez-Rojo, L.<sup>1</sup>, Torres, E.<sup>1</sup>, Braungardt, C.<sup>2</sup>, Desoeuvre, A.<sup>1</sup>, Resongles, E.<sup>1</sup>, Delpoux, S.<sup>1</sup>, Héry, M.<sup>1</sup>, Casiot, C.<sup>1</sup>

(1) UMR 5569 HydroSciences Montpellier, CC MSE, Université Montpellier II, Place E. Bataillon, 34095 Montpellier cedex 5, France ; casiot@msem.univ-montp2.fr

(2) School of Geography, Earth and Environmental Sciences (Faculty of Science & Environment), Plymouth University; Plymouth, Devon PL4 8AA, UK

## CONTEXTE

Déchets issus de l'extraction des minéraux métalliques

Contamination du milieu aquatique par les drainages miniers acides (DMA) contenant des **éléments toxiques** tels que l'**arsenic**

Besoin d'une solution efficace et peu coûteuse pour traiter ces exhaures sur le long terme

**Solution ?** Traitements passifs utilisant les microorganismes naturellement présents dans les DMA pour traiter les exhaures riches en As

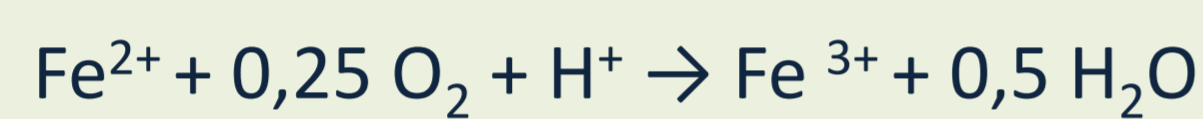
## OBJECTIF DE LA THESE

**Développer un système de bioremédiation des DMA arsénisés par oxydation biologique**

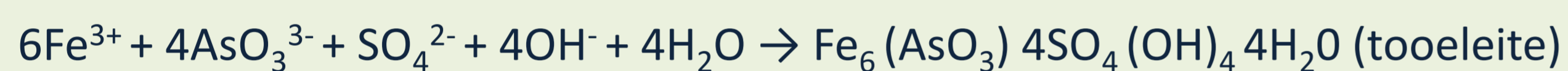
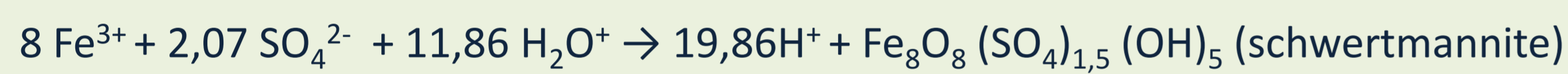
## PRINCIPE DE L'OXYDATION BIOLOGIQUE DES DMA ARSENIÉS

De nombreux DMA contiennent de grandes quantités de fer, sous forme réduite  $Fe^{2+}$ , ainsi que des microorganismes qui tirent leur énergie de la réaction d'oxydation du  $Fe^{2+}$  en  $Fe^{3+}$  (réaction 1). Sous sa forme oxydée  $Fe^{3+}$ , le fer est instable en solution et précipite (réaction 2). L'arsenic est alors co-précipité, adsorbé à la surface des minéraux de fer, ou encore forme des minéraux particuliers de Fe-As comme la tooeleite, permettant ainsi une diminution des concentrations en arsenic dans la phase dissoute.

### 1. Oxydation microbologique du $Fe^{2+}$



### 2. Précipitation du $Fe^{3+}$



Les solides riches en bactéries, Fe et As résultant de ces réactions recouvrent les surfaces et forment un biofilm dont le rôle dans l'atténuation de Fe et As et ses facteurs de contrôle restent à préciser.

## ESSAIS DE TRAITEMENT EN PILOTE DE LABORATOIRE

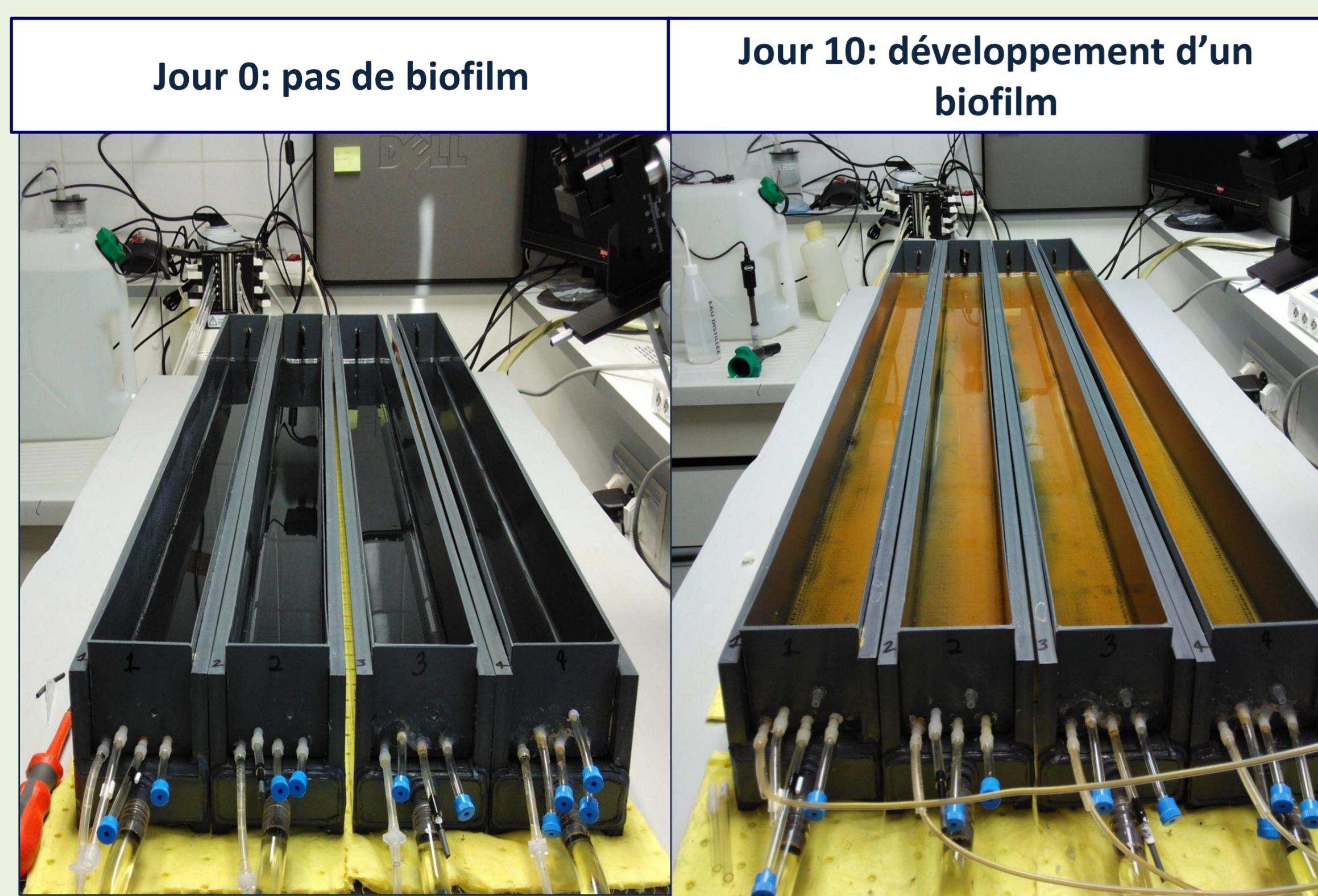
### Pilote de laboratoire

- **Objectif:** étudier les processus d'oxydation biologique à l'interface biofilm/solution
- **Système:** 4 chenaux thermostatés et éclairés (cycle diurne 12h/12h), alimentés en continu avec l'eau à traiter (DMA issu de l'ancienne mine de Pb-Zn de Carnoulès dans le Gard). Le débit d'alimentation (Q), la hauteur d'eau (h) et la température (T) sont modifiables et fixés précisément.

	CONDITIONS FIXEES			CONDITIONS VARIABLES			
	Q (mL/min)	h (mm)	T (°C)	O <sub>2</sub> (mg L <sup>-1</sup> )	pH	[Fe (II)] (mg L <sup>-1</sup> )	[As T] (mg L <sup>-1</sup> )
Exp 1	0,5	4	20	2,50	2,7	102	36
Exp 2				6,35	2,8	332	40
Exp 3				3,99	3,3	412	33

- Calcul des vitesses d'oxydation de  $Fe^{2+}$  et d'élimination de l'As:

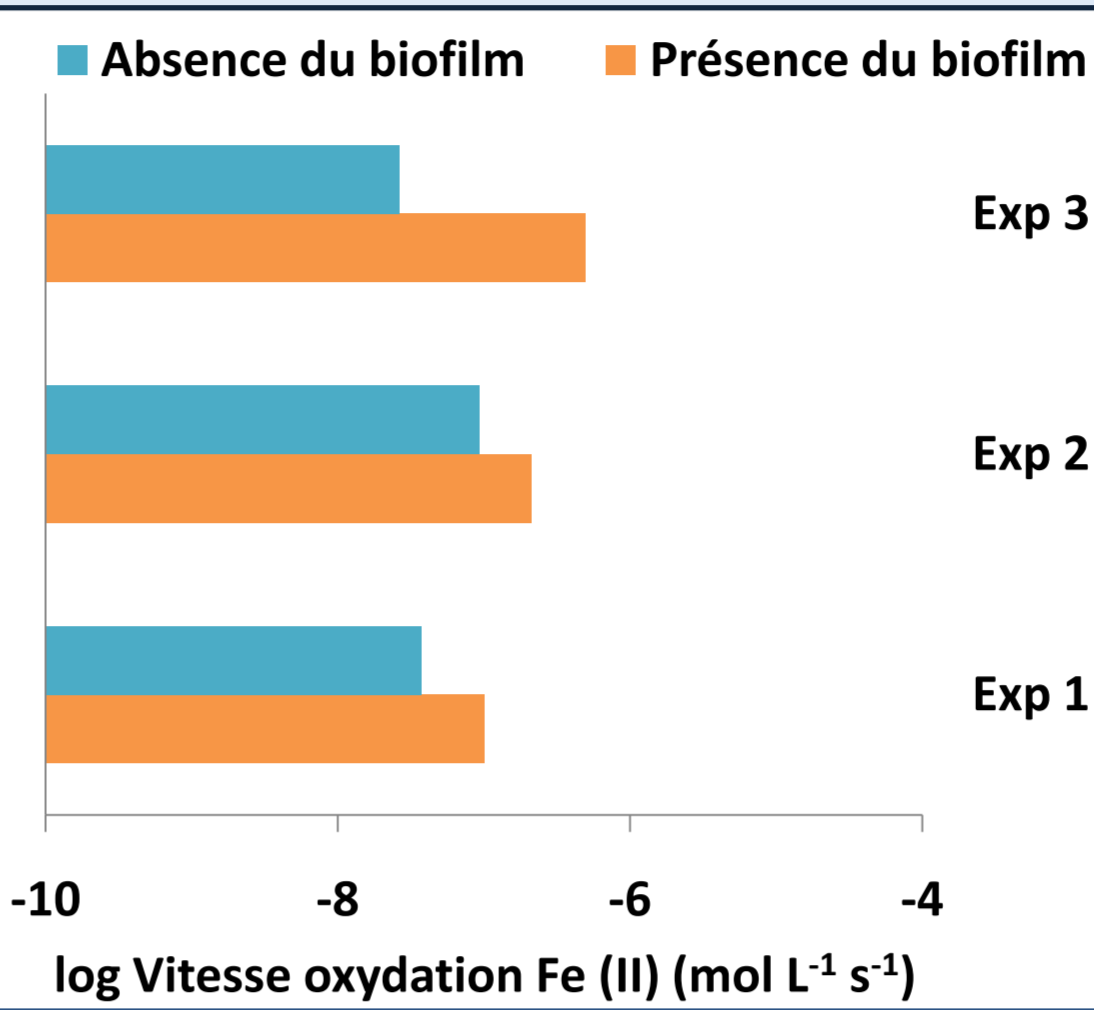
$$Vitesse = \frac{[X]_{entrée} - [X]_{sortie}}{Temps \ de \ séjour} \quad [X] = Fe(II) \text{ ou As}$$



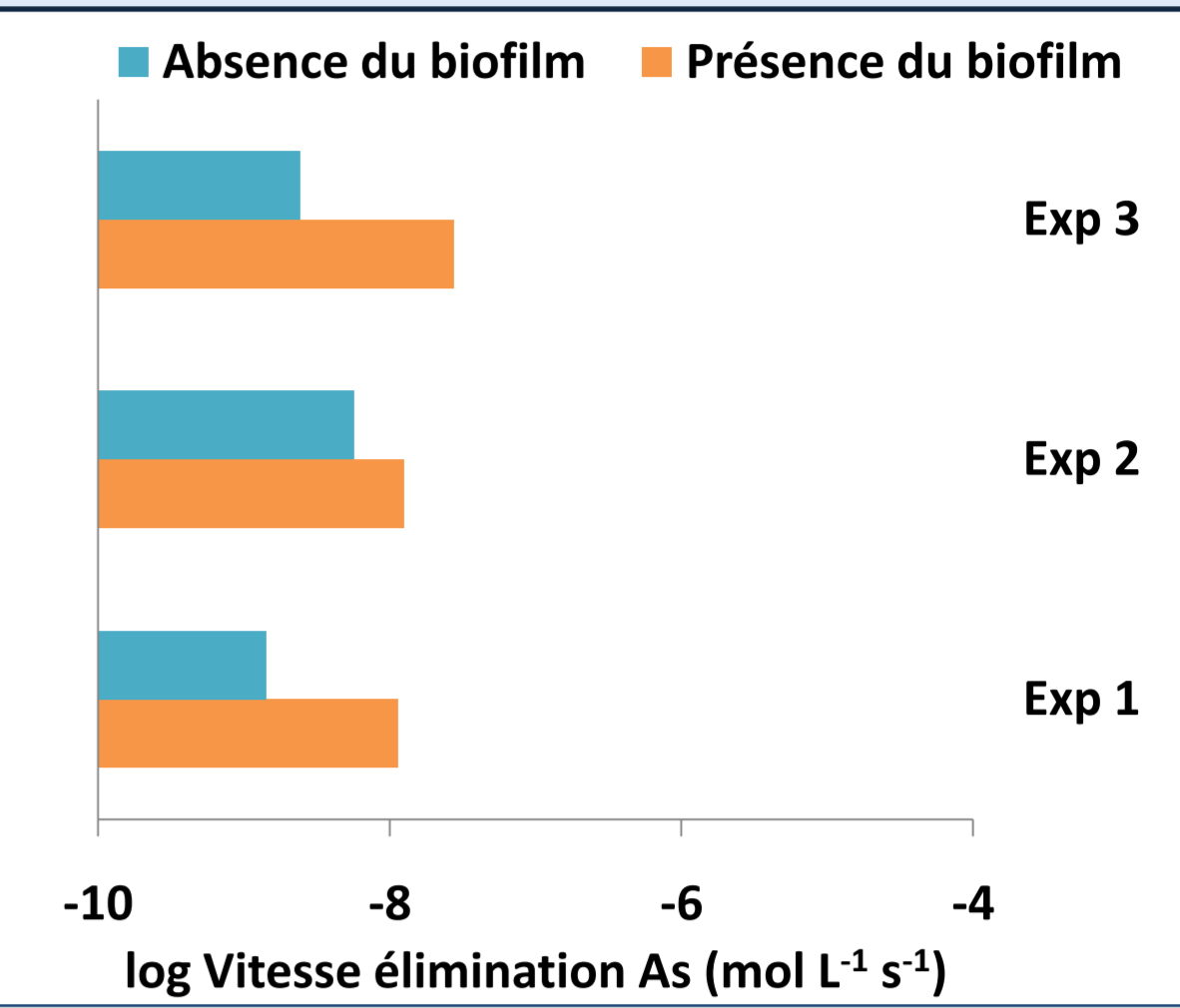
4 canaux tapissés d'une toile permettant l'accrochage du biofilm contenant les bactéries Fe- et As-oxydantes

## RÔLE DU BIOFILM DANS L'ATTENUATION DE FER ET ARSENIC

### Influence du biofilm sur la vitesse d'oxydation de $Fe^{2+}$ dans le pilote



### Influence du biofilm sur la vitesse d'élimination de l'As dans le pilote

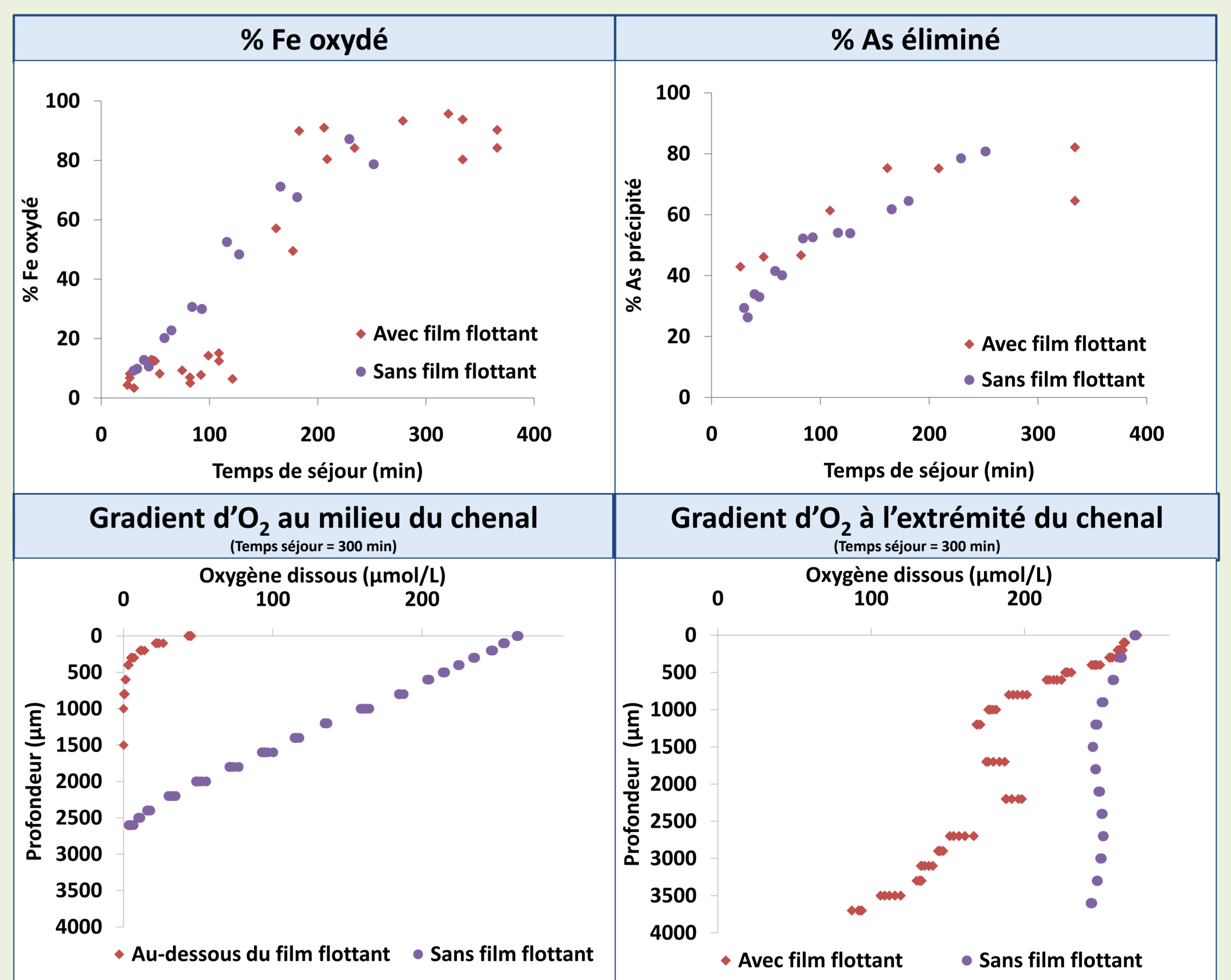


Vitesses d'oxydation de  $Fe(II)$  et d'élimination de l'As plus élevées en présence du biofilm, dans les trois conditions testées

**Rôle clé du biofilm dans le processus de piégeage de Fe et As**

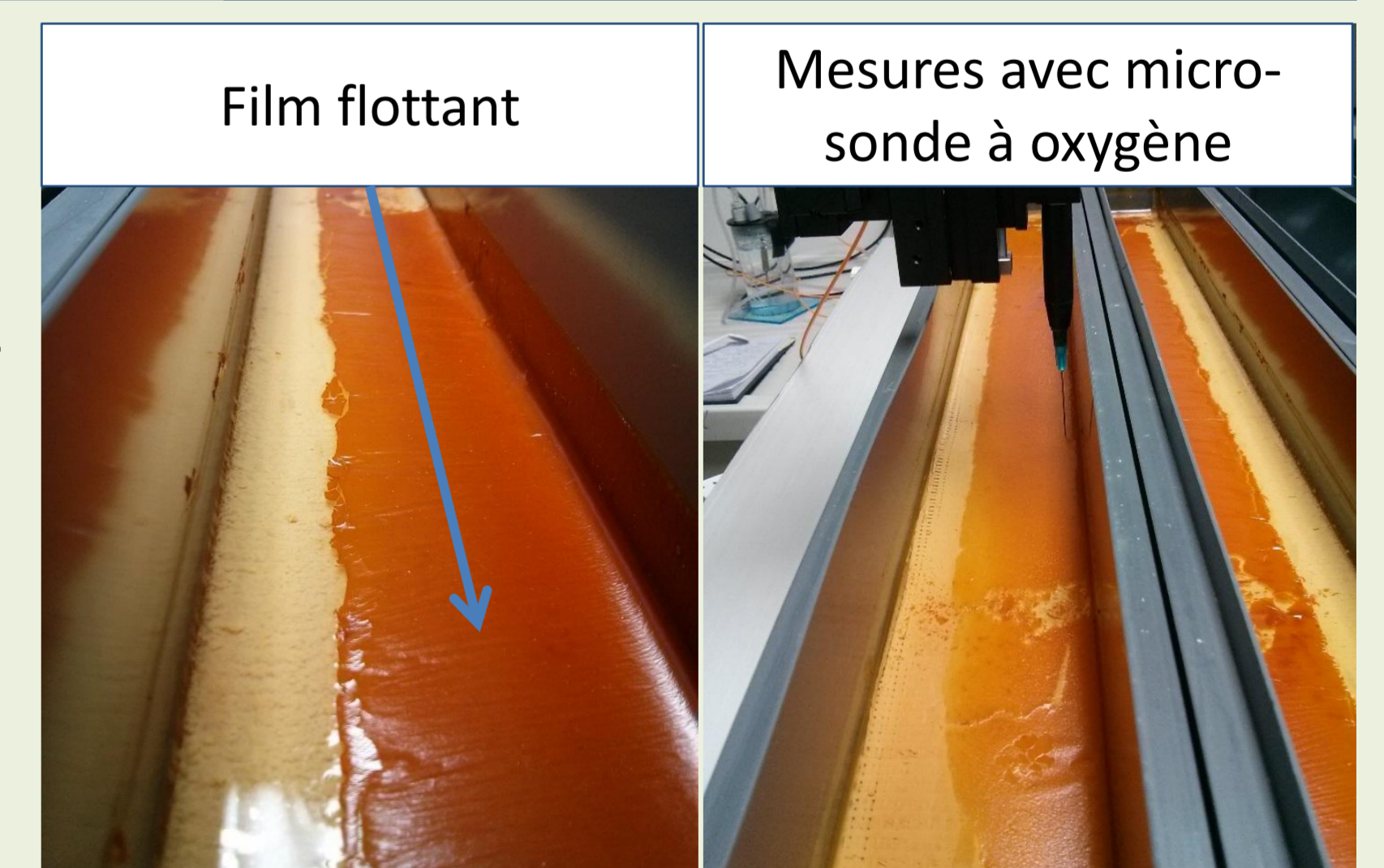
## INFLUENCE DES CONDITIONS D'OXYGENATION

La faible vitesse de circulation de l'eau dans les chenaux a favorisé le développement d'un film irisé flottant à la surface de l'eau, perturbant la diffusion de l'oxygène le long de la colonne d'eau. L'influence de ce voile sur le pourcentage de  $Fe^{2+}$  oxydé et de As éliminé a été étudié pour différents temps de séjour dans le pilote.



### Film flottant

- Limitation de la diffusion d' $O_2$  dans l'eau et donc de l'oxydation du  $Fe^{2+}$ , surtout pour les temps de séjour < 120 min
- Peu d'effet sur le % d'As éliminé, quel que soit le temps de séjour.



**Nécessité de mieux comprendre les processus qui se déroulent à l'interface eau/biofilm en fonction des conditions d'oxygénation**

## CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

- Mise en évidence du **rôle clé du biofilm** dans l'oxydation du fer et la précipitation de l'arsenic
- Nécessité de **mieux comprendre le fonctionnement du biofilm** et les processus à l'interface biofilm/solution
- Quantifier l'**influence de paramètres environnementaux** (température, lumière...) et de **dimensionnement** (hauteur d'eau, aération, débit d'alimentation...) sur les cinétiques d'élimination du fer et de l'arsenic