



HYDREOS
PÔLE DE L'EAU ALSACE / LORRAINE

*Forum 2011, La journée professionnelle de l'eau,
Qualité de l'Eau et Territoires*

Le traitement chimio-biologique au fil de l'eau
de l'azote et du phosphore :
le projet CERVEAU-NP

Consortium CERVEAU-NP

Christian Ruby



PRES de l'Université de Lorraine

Nancy-Université



ECOTECH 2009

CERVEAU-NP

***Comment Epurer par les Rouilles Vertes
des Eaux Anoxiques Usées ?
Nitrate -Phosphate***



Contexte

Eau usée / Eau de surface

Taux nitrate (NO_3^-) > 50 mg/L (**Norme européenne**)

Taux de phosphate (PO_4^{3-}) > 20 mg/L

Origine : Agriculture intensive, produits domestiques....

Exemple emblématique :

Prolifération des **algues vertes** (région Bretagne)

→ **Pollution diffuse** des anions nitrate
en milieu rural dans les bassins versants



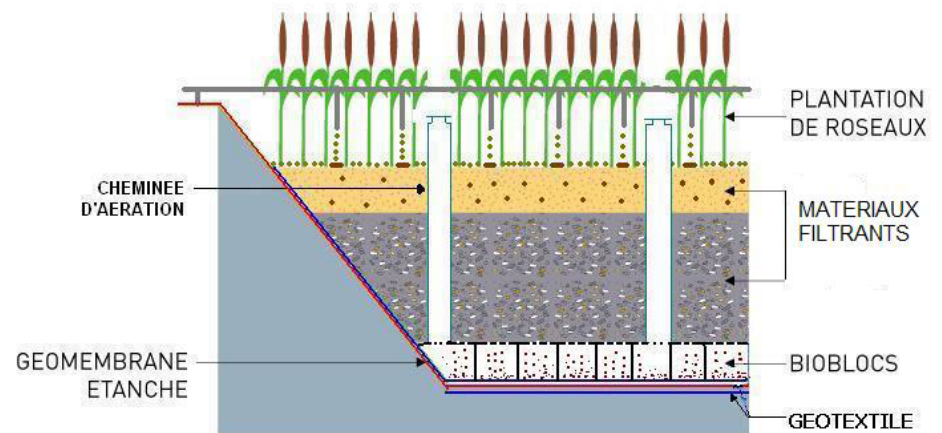
Traitement tertiaire d'épuration des eaux usées

"Petites" installations à proximité de la source

Peu de maintenance

Econome en énergie

Coût modéré des matériaux



Rhizostep®
développé par **SAUR™**

Eau de sortie de la station d'épuration Rhizostep®



MO : Dégradation aérobie efficace de la matière organique

MES < 35 mg L⁻¹,

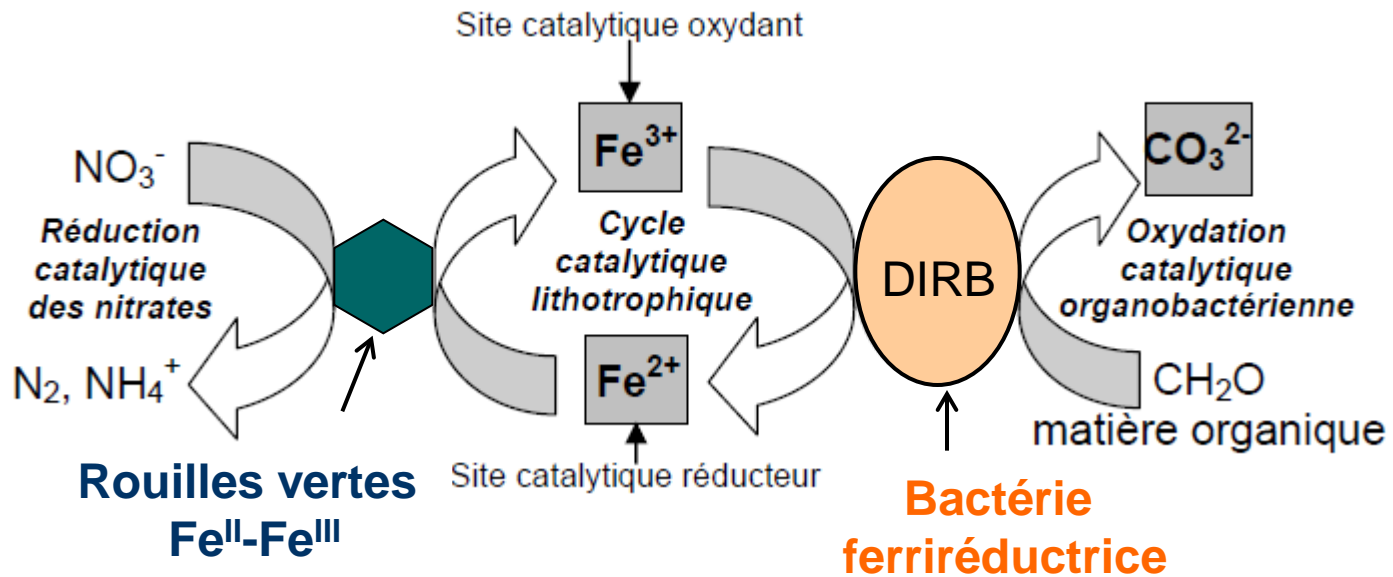
DCO < 125 mg L⁻¹

DBO₅ < 25 mg L⁻¹

N : Nitrification du milieu induit **20 mg L⁻¹ < [N-NO₃⁻] < 60 mg L⁻¹**

P : Pas de piégeage des PO₄ **5 mg L⁻¹ < [P-PO₄] < 10 mg L⁻¹**

Traitements complémentaires envisagés



N : Dénitrification du milieu

$[\text{N-NO}_3^-] < \sim 5 \text{ mg L}^{-1}$ **sans formation d'ammonium NH_4^+**

P : Piégeage des phosphates $[\text{P-PO}_4] < \sim 2 \text{ mg L}^{-1}$

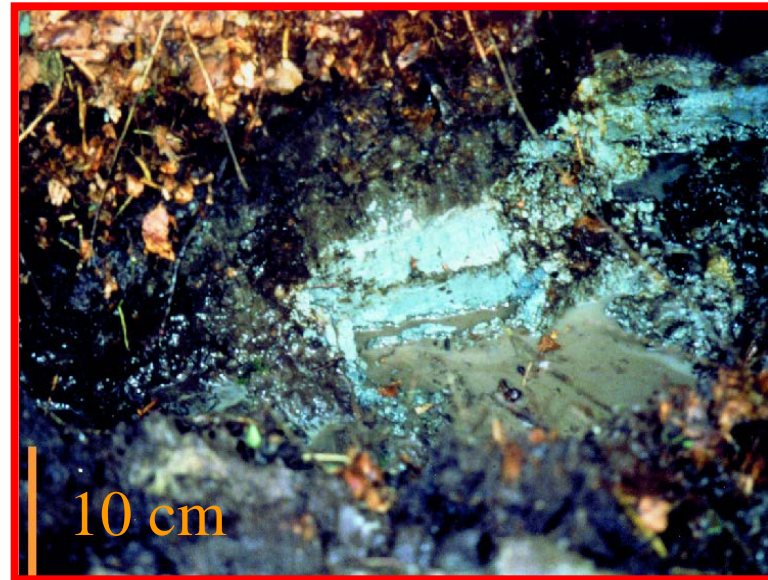
Rouilles vertes et fougérite



Milieu Naturel
Sol hydromorphe
Gleysol

Fougères

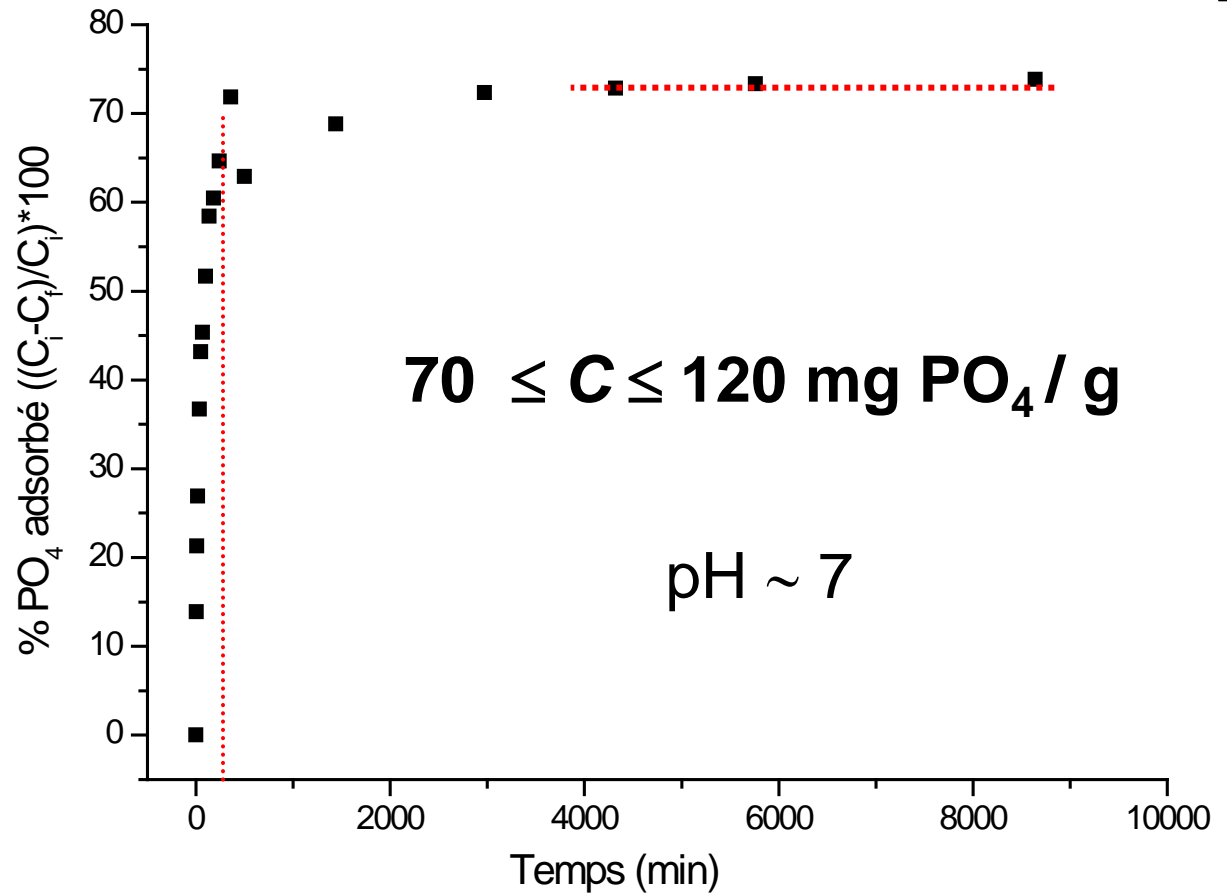
IMA 2003-057



Synthèse
Chimique ou biologique



Traitement des phosphates



Suivant les conditions ([Fe], [PO₄]...)

Capacité d'adsorption moyenne $C \sim 100 \text{ mg PO}_4/\text{g}$

Comparaison avec d'autres matériaux



Capacité mg PO₄ / g

FeO_x > **Laitiers** > **Filtratite[®]** > Apatite

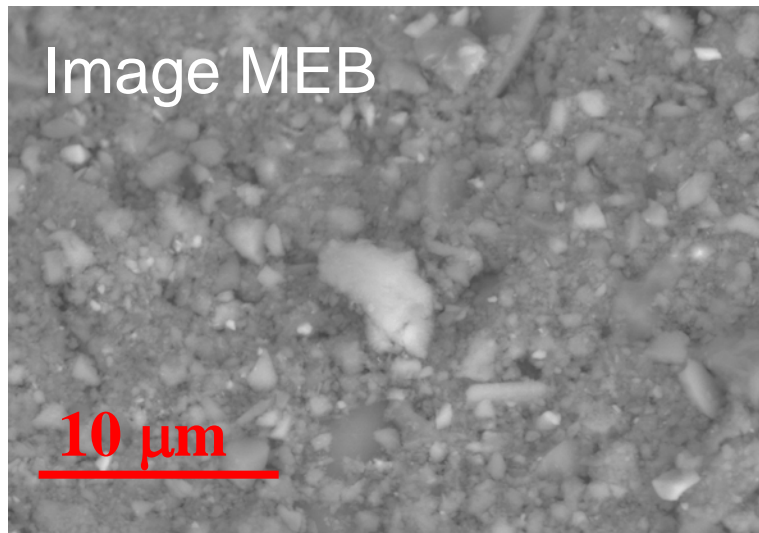
100

25

12

3

Dépôt du matériau sur un support adapté

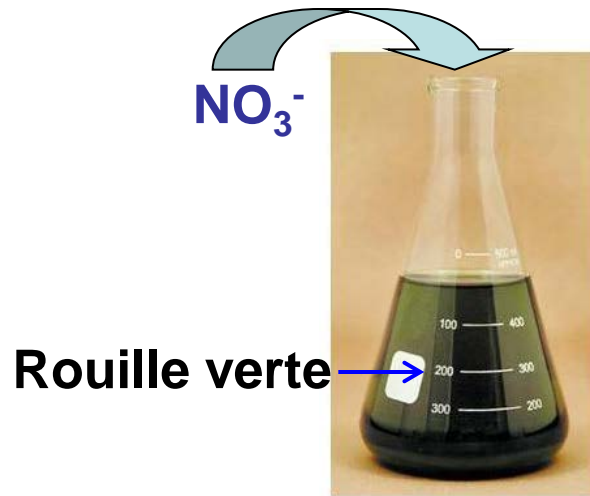


Oxyhydroxyde ferrique FeO_x
déposé sur son support

Quantité maximale d'adhésion
~ 8 g %

Résistant en mode dynamique

Traitement des nitrates par la rouille verte



Plan d'expériences à 5 paramètres :

[RV], $x = \text{Fe}^{\text{II}}/\text{Fe}_{\text{Tot}}$, pH, $[\text{NO}_3]$, $[\text{PO}_4]$

Réponses ➡ La Réactivité $R = d[\text{NO}_3]/dt$

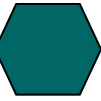
➡ La Sélectivité $S(\text{NH}_4^+)$

$$S(\text{NH}_4^+) = [\text{NH}_4^+] / [\text{NO}_3^- \text{ transformé}] \times 100$$

$S(\text{NH}_4^+) = 0 \%$: Pas d'ammonium

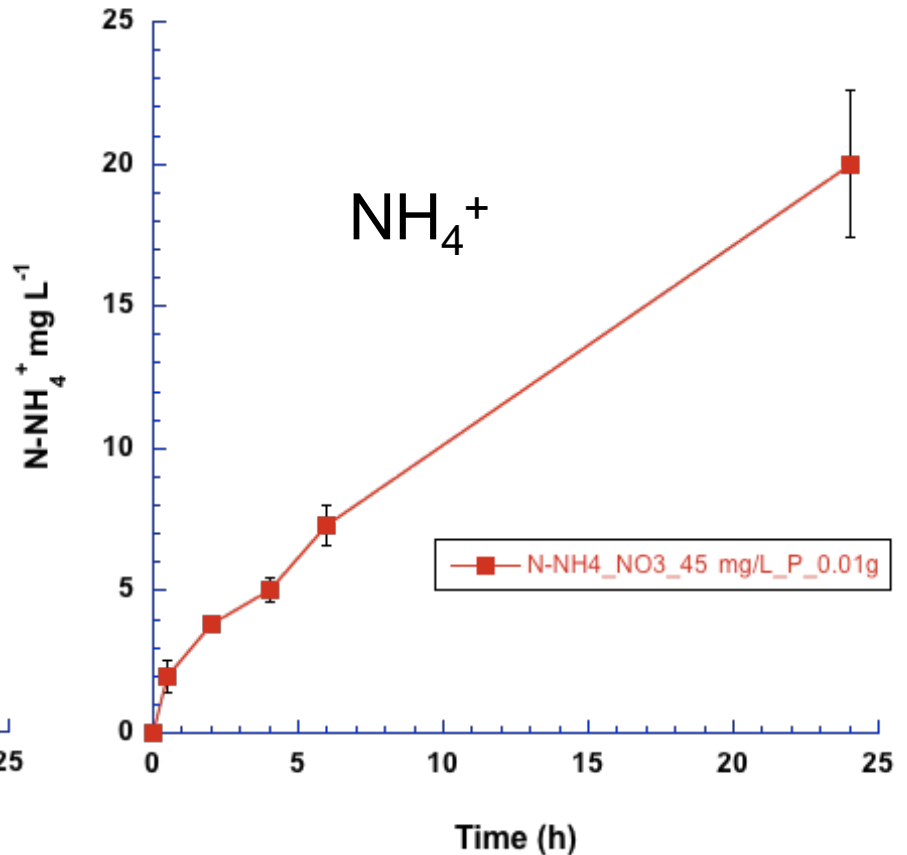
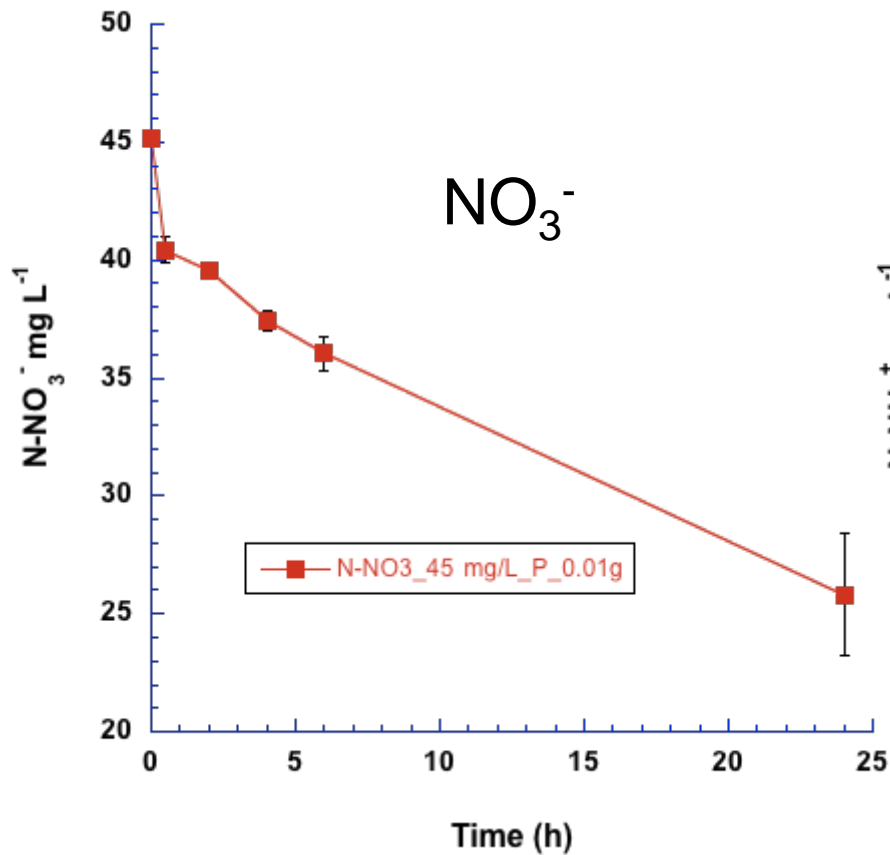
$S(\text{NH}_4^+) = 100 \%$: NO_3^- se transforme uniquement en NH_4^+

Traitement des nitrates



Réduction en conditions abiotiques des nitrates par $\text{RV}(\text{CO}_3)$

Spéciation $\text{NO}_3^-/\text{NH}_4^+$



Résultats du plan d'expériences

➤ Existence d'un seuil $[\text{PO}_4]_0$ au dessus duquel la cinétique $R = 0$

➤ En milieu très alcalin (pH ~ 10,5)

Réactivité R élevée (~ 1 jour)

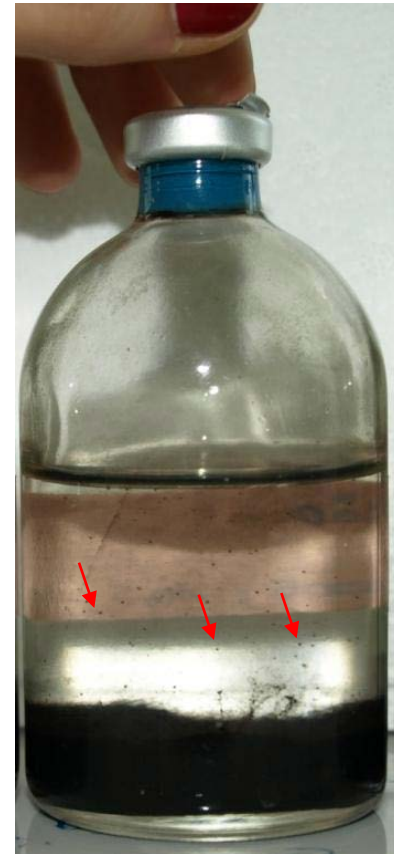
Mais Sélectivité $S(\text{NH}_4^+) = 100 \%$
(bilan $\text{NO}_3^- : \text{NH}_4^+$ de 1 : 1)

➤ En milieu neutre et alcalin ($7 < \text{pH} < 9$)

Cinétique R plus lente (~ 5 jours)

Sélectivité $S(\text{NH}_4^+) \sim 30 \%$

Dégagement gazeux observé



Bilan



Utilité des **composés à base de fer** pour le traitement des anions nitrate et phosphate en milieu aqueux

Application au traitement des nitrates

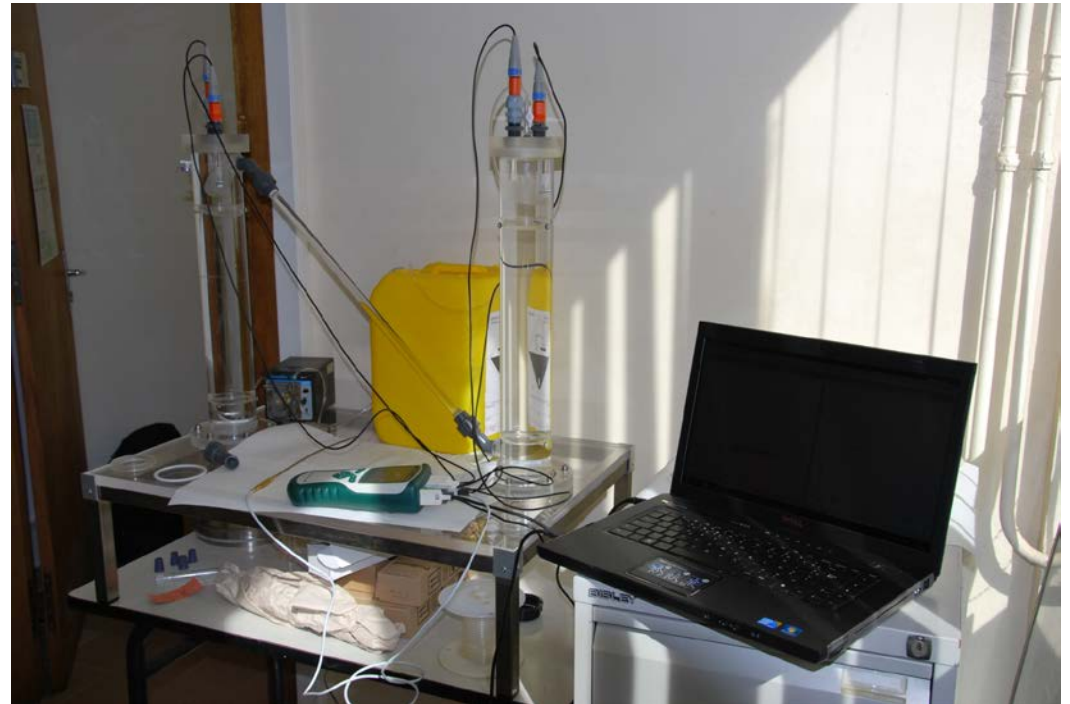
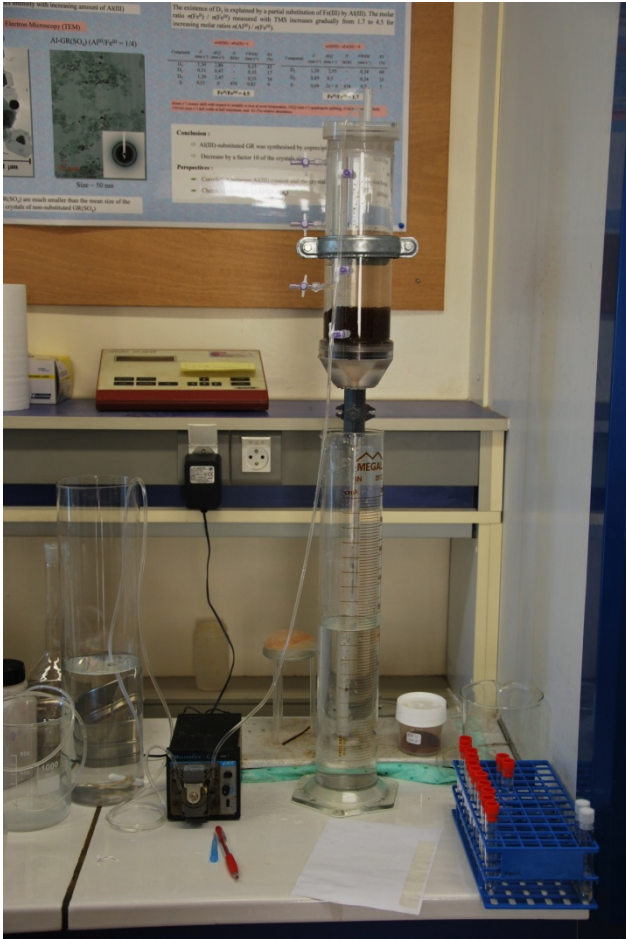
- **Poursuivre les expériences fondamentales pour trouver les conditions qui privilégient la dénitrification**
- Expériences sur la régénération biogénique des rouilles vertes en cours

Application au traitement des phosphates

- Très bonne capacité d'adsorption des matériaux utilisés
- **Nécessité de faire des essais à plus grande échelle**

Perspectives

Micropilote à deux compartiments



Les conditions d'une expérimentation de terrain ?



Zone Humide à Épuration Renforcée par le Fer
Pierre Journé, Président de ZHERF



**Préparation d'un test de dénitrification *in situ*
en grandeur nature en Région Bretagne**



**Séries de réacteurs placés en milieu naturel pour optimiser
les mélanges conduisant à la meilleure dénitrification**



Surveillance particulière des espèces NH_4^+ et NO_3^-

Participants - CERVEAU N-P

Georges Ona-Nguema

Guillaume Morin

Delphine Guerbois (Doctorante)

Paris

Nancy

Saint- Quentin en Yvelines

Fabrice Nauleau

Nathalie Hyvrard

Verniolle

Joseph Sarrias

Jean-Marie Génin

Arnaud Delebarre

Mustapha Abdelmoula

Kévin Barthélémy (Doctorant)

Martine Mullet

Khalil Hanna

Sébastien Naille

Aurélien Renard

Christian Ruby

Asfaw Zegeye (Posdoctorant)

Mohammed Bettahar

Ali Hammouda

Pascal Rocklin