

ORTEC  SOLEO

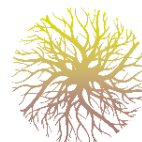
BIO&BIO

Optimisation de la technique du
Biolavage des sols pour le traitement
d'hydrocarbures peu Biodisponibles

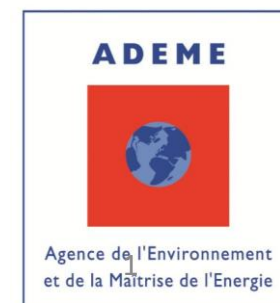
Date : 30/03/2023

CONFERENCE INTERSOL

 **GOLDER**

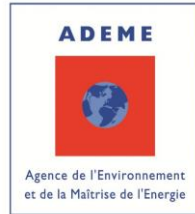


LABORATOIRE SOLS
& ENVIRONNEMENT



Projet BIO&BIO

➤ Acteurs du projet :



Agence de la transition écologique.

Finance des projets de recherche consacrés à la gestion et au traitement des sites et sols pollués.

BIO&BIO est lauréat GESIPOL 2017



Bureau d'étude et coordinateur du projet



Maitre d'ouvrage – Site d'étude Gare SNCF de Roanne



Unité mixte de recherche entre l'Université de Lorraine et l'INRA



Entreprise de travaux de dépollution



Projet BIO&BIO

Le projet BIO&BIO vise à **comprendre** les processus à l'origine de la limite d'efficacité des traitements biologiques in situ et à **développer des solutions techniques** permettant d'améliorer la bioremédiation.

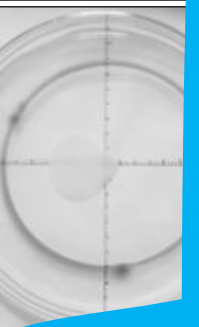
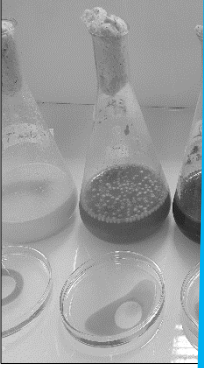
- Mise au point d'un protocole de mesure de la biodisponibilité des hydrocarbures (LSE)
- Développement d'un procédé de culture de biosurfactants (rhamnolipides) (LSE, ORTEC SOLEO)
- Développement d'une méthode de culture microbienne en vue d'une production à grande échelle – (ORTEC SOLEO)
- Test de l'efficacité de ces biosurfactants pour favoriser le traitement (WSP GOLDER, ORTEC SOLEO)

Première phase du projet : principaux résultats

- Les essais du LSE ont montré que plusieurs consortiums bactériens endogènes sont capables de produire des biosurfactants et de biodégrader les hydrocarbures, mais peuvent comporter des microorganismes pathogènes
 - Pour la culture en grande échelle : une souche non pathogène productrice de rhamnolipides *Burkholderia Thailandensis* a été sélectionnée pour lancer la culture
 - Les essais préliminaires au Laboratoire fait à ORTEC SOLEO ont montré la production de rhamnolipides par cette souche, cultivée en milieu stérile et non stérile jusqu'au bioréacteur de 25L.
 - Essais de lixiviation en colonne de sol effectués par WSP GOLDER avec ces rhamnolipides, suivis d'essais de biodégradation sur les sols lixiviés
 - Le lavage avec les rhamnolipides induit une très faible remobilisation des hydrocarbures (entre 2,2% et 3,3% de la masse)
 - Néanmoins, de bons abattements sont obtenus dans les sols, plus efficaces de 10% à 43% par rapport au témoin (lavage à l'eau), ce qui laisse supposer des phénomènes de biodégradation
 - Plus la dose de biosurfactants est élevée, meilleurs sont les abattements après lavages
 - La biodégradation sur les sols après lavage est améliorée en présence des rhamnolipides
- **Amélioration de la bioaccessibilité des hydrocarbures**

Projet BIO&BIO

➤ RESULTATS DU PILOTE TERRAIN

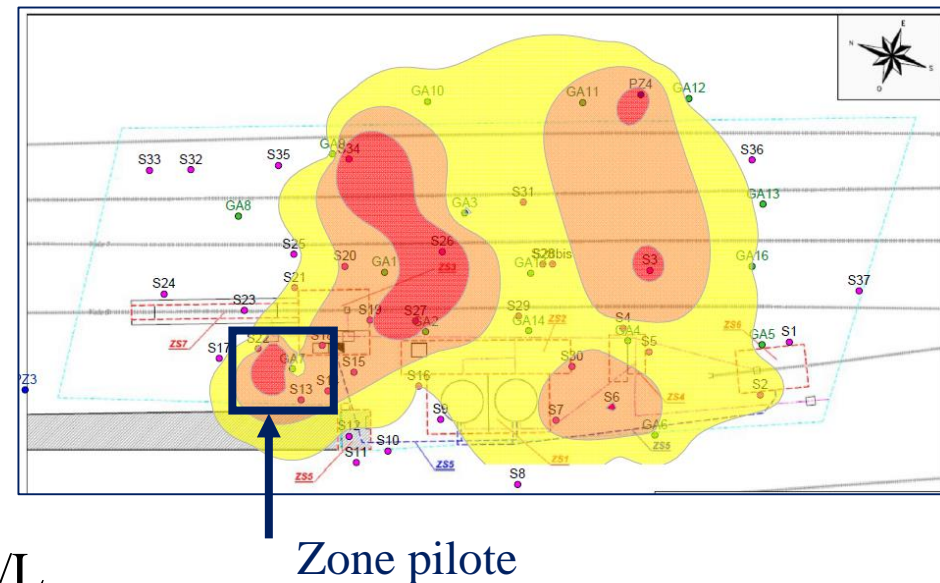


➤ Site d'étude : pollution aux hydrocarbures – Etat Initial

Pollution : Kérosène/diesel dégradé

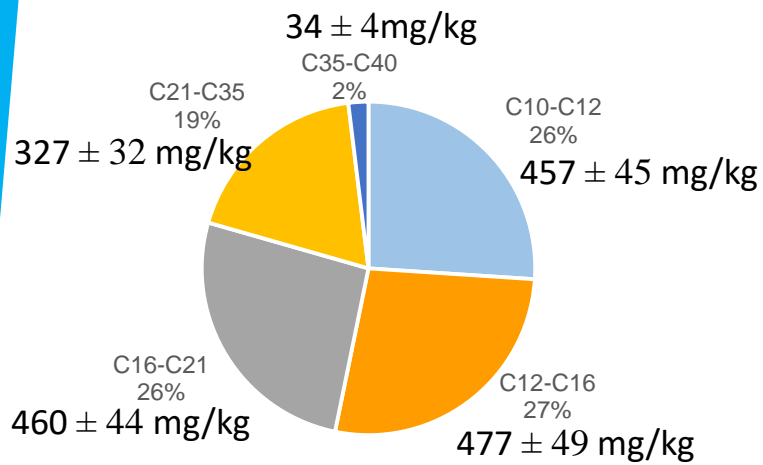
Comparaison aux résultats d'une précédente investigation

- ❖ Pas d'atténuation naturelle identifiée sur les 10 dernières années



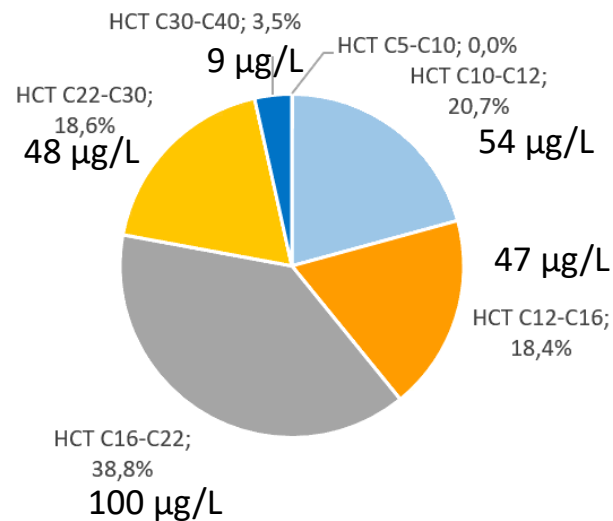
Pollution des sols :

HCT C10-C40 : $1\,755 \pm 153$ mg/kg



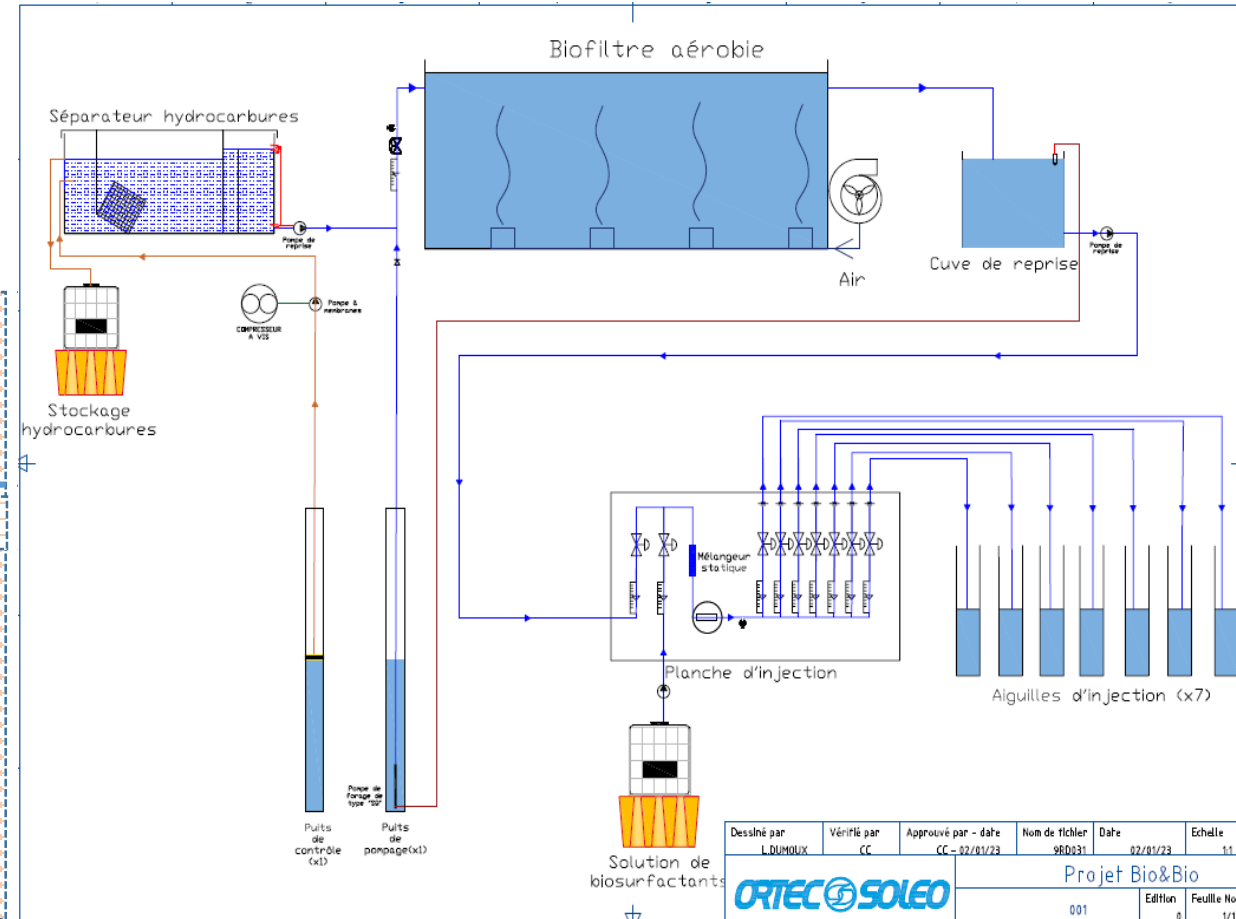
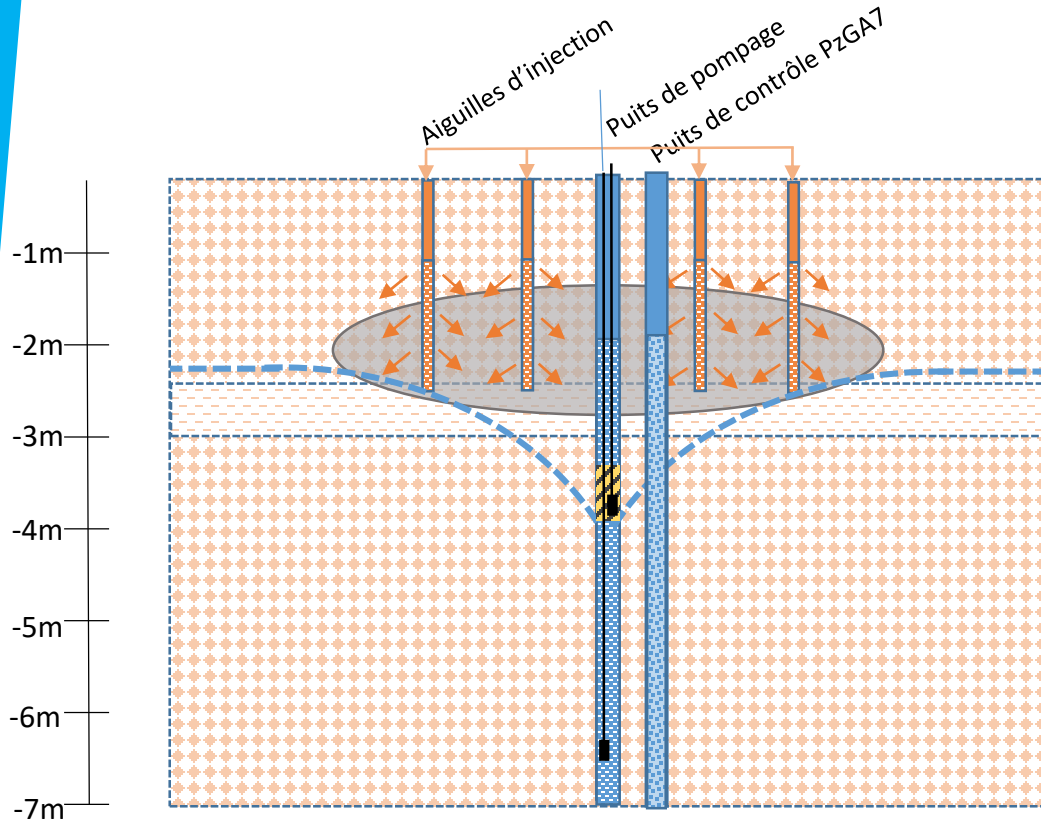
Pollution des eaux :

HCT C5-C40 : 258 µg/L



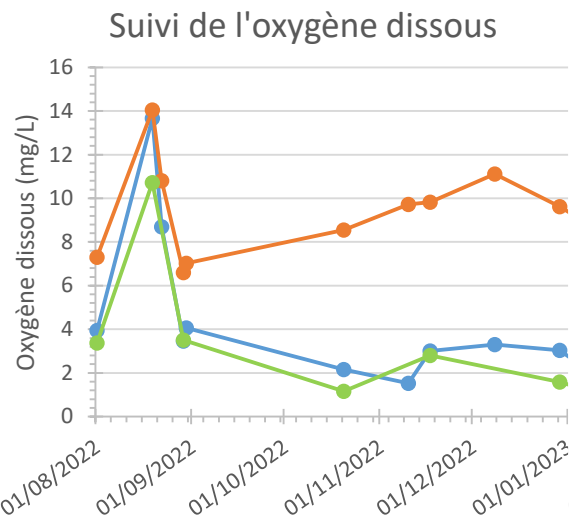
Signature chimique : légère biodégradation des fractions à chaînes courtes

➤ Procédé de lavage / écrémage + biostimulation

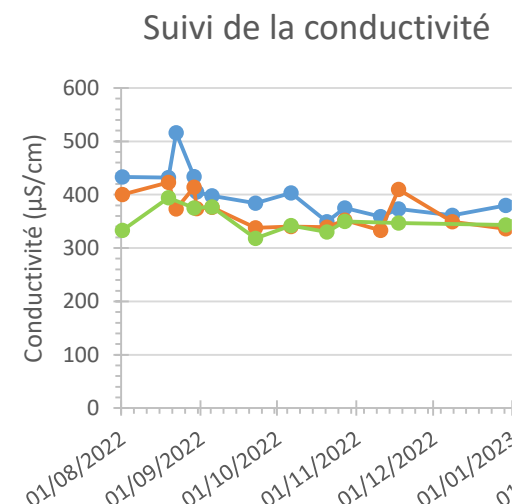
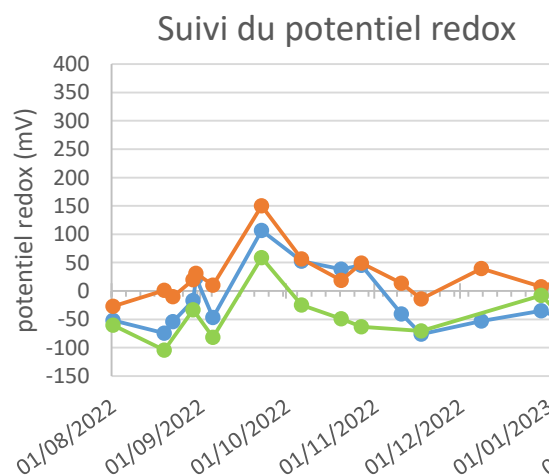
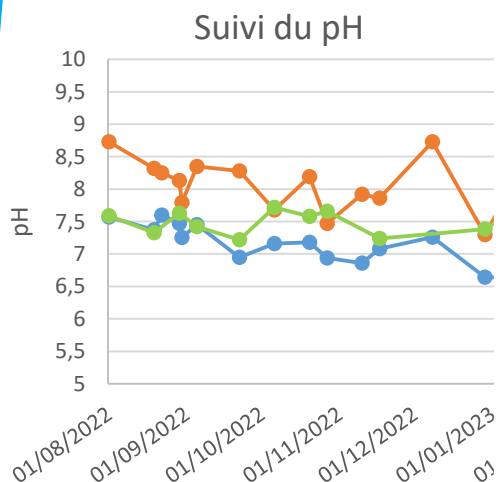


Dessiné par L. DUHOUX	Vérifié par CC	Approuvé par - date CC - 02/01/23	Nom de fichier 9BD031	Date 02/01/23	Echelle 1:1
ORTÉC SOLEO			Projet Bio&Bio		
001			Édition 1/1		

➤ Première phase : lavage à l'eau



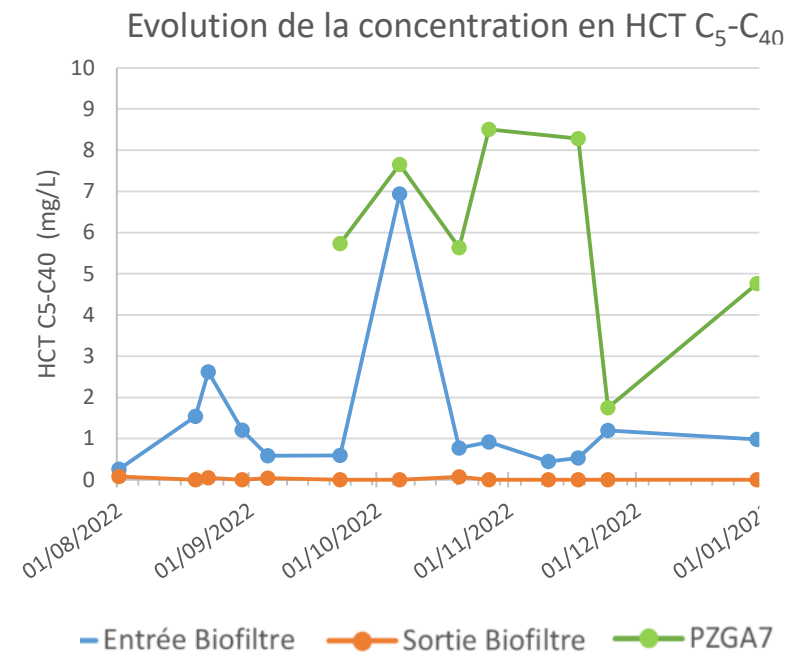
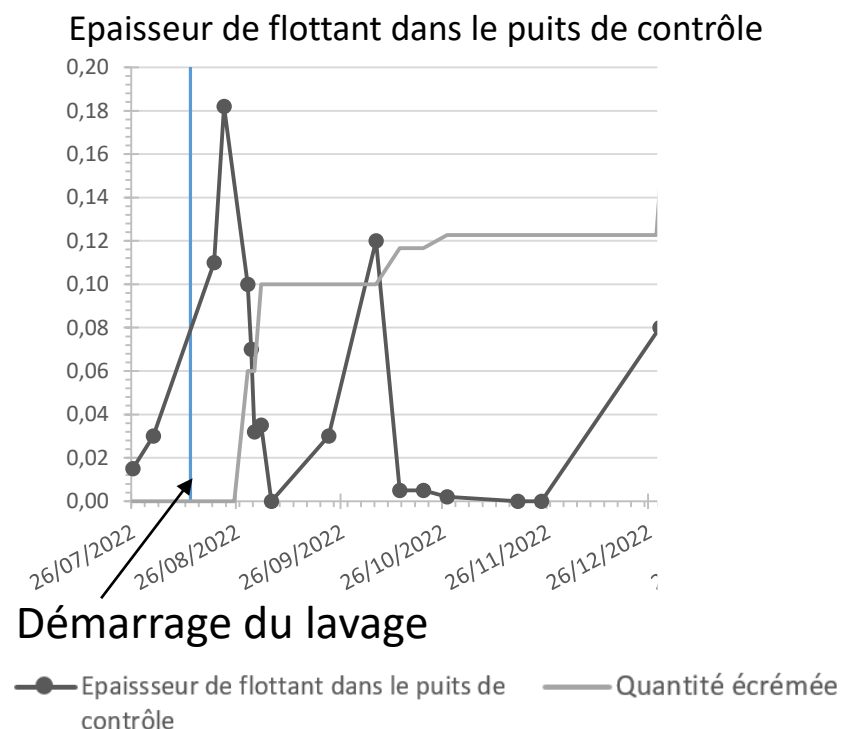
—●— Entrée Biofiltre —●— Sortie Biofiltre —●— PZGA7



Les mesures indiquent des valeurs globalement stables dans le terrain : un pH neutre, d'un potentiel redox globalement négatif, d'une conductivité autour de 380 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et d'une teneur en oxygène dissous de l'ordre de 1,5 à 4 mg/L

Les valeurs de pH, potentiel redox et oxygène dissous sont plus élevés après le traitement du biofiltre

➤ Première phase : lavage à l'eau



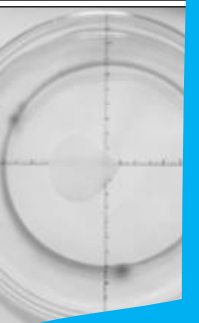
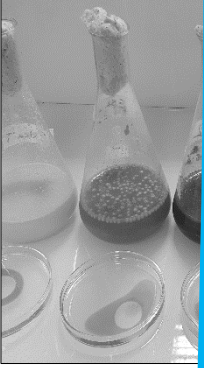
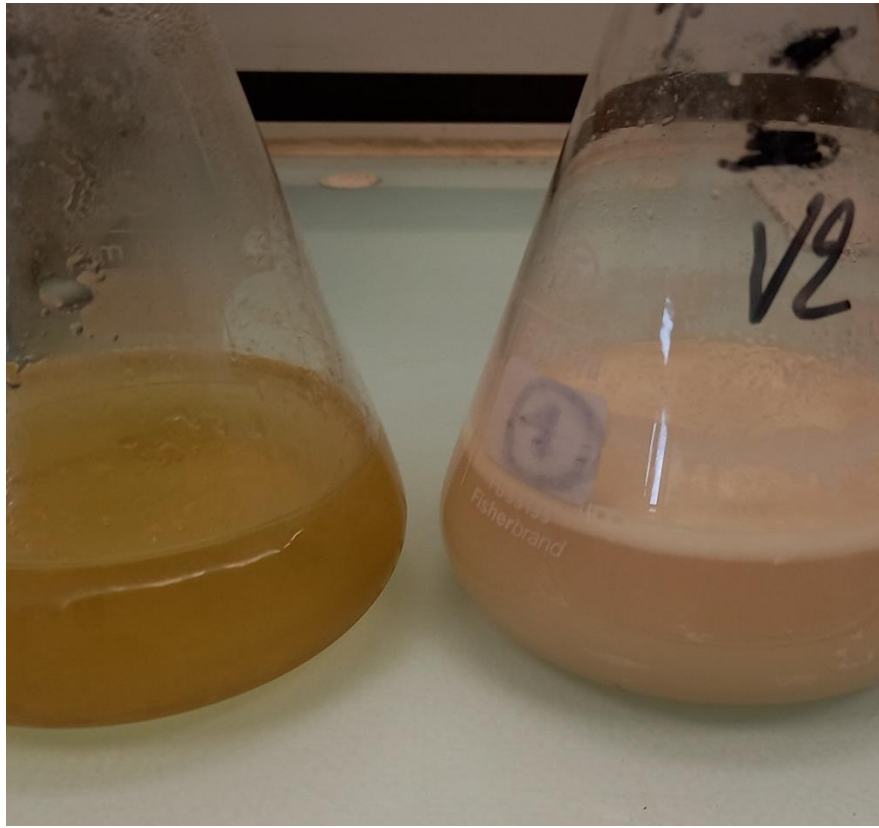
Le lavage à l'eau a entraîné une remobilisation du flottant dans la zone, bien que la réalimentation dans le puits de contrôle soit discontinuée

La pollution HCT C₅-C₄₀ est légèrement plus concentrée dans la nappe superficielle (puits de contrôle) que dans l'aquifère pompé à 6m

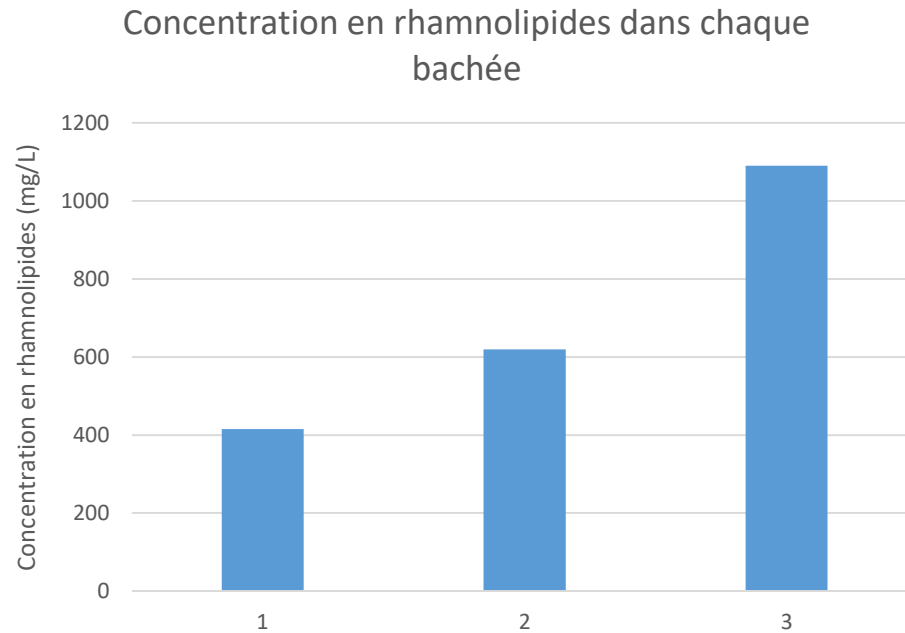
Le traitement par le biofiltre permet d'abattre les concentrations en HCT des eaux

Projet BIO&BIO

➤ CULTURE ET INJECTION DE BIOSURFACTANTS



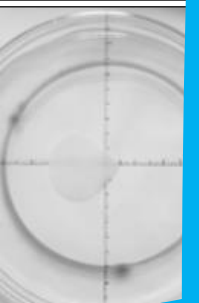
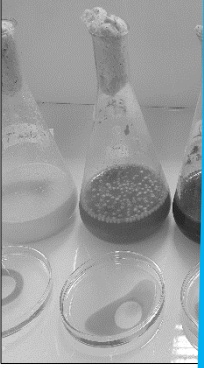
➤ Préparation et injection : à ce jour 3 bachées



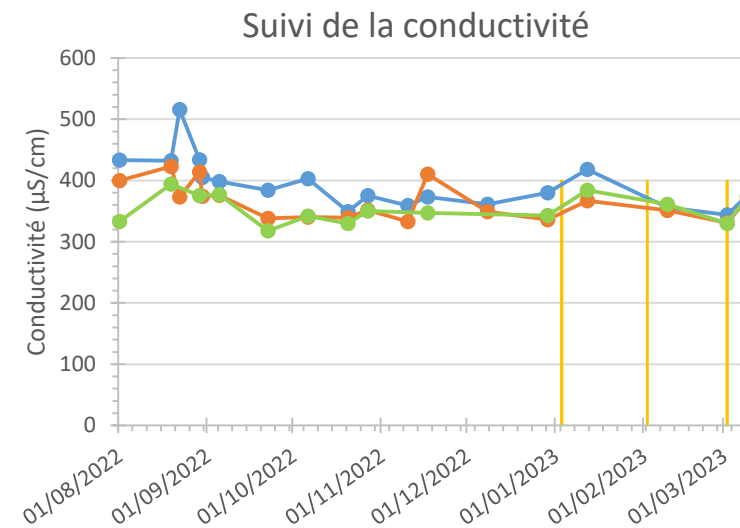
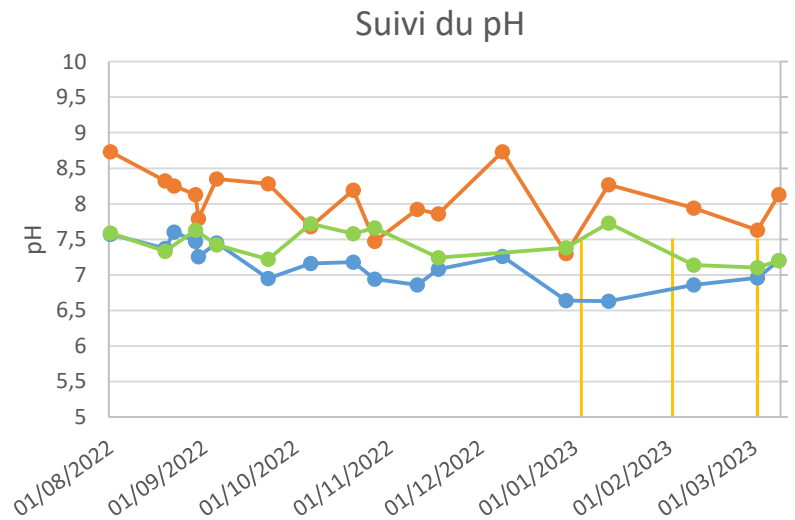
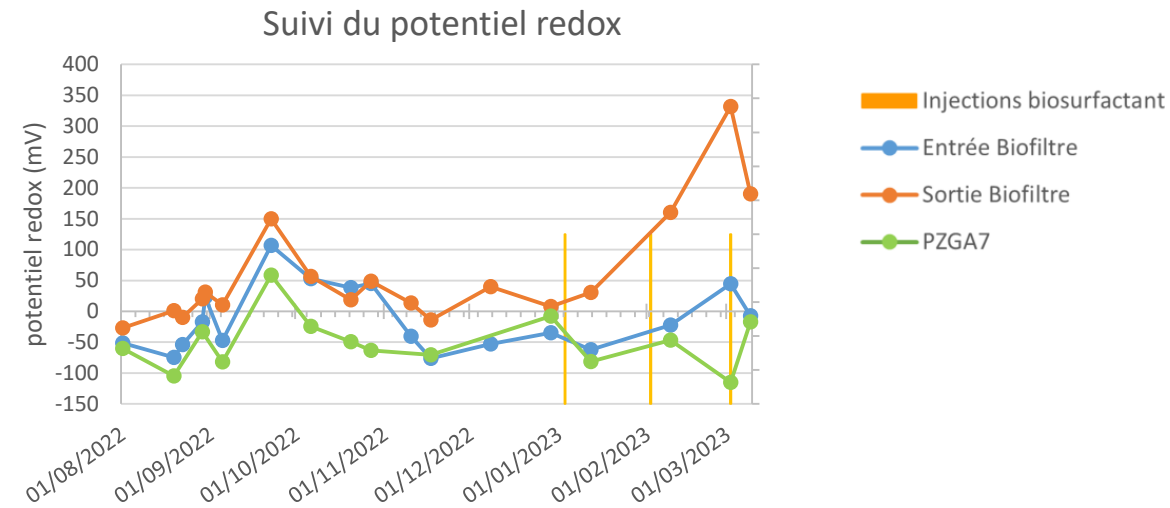
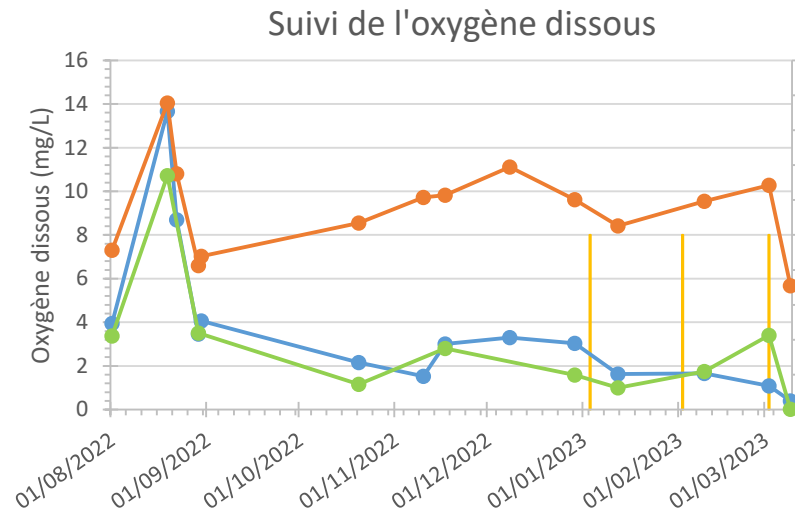
1^{ère} injection : 03/01/2023

2nd injection : 02/02/2023

3^{ème} injection : 02/03/2023

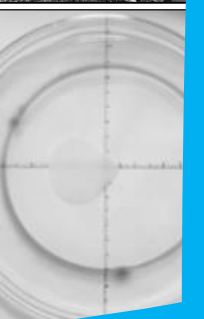
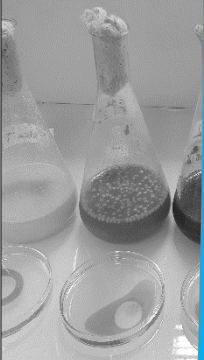


➤ Seconde phase : injections des solutions de biosurfactants



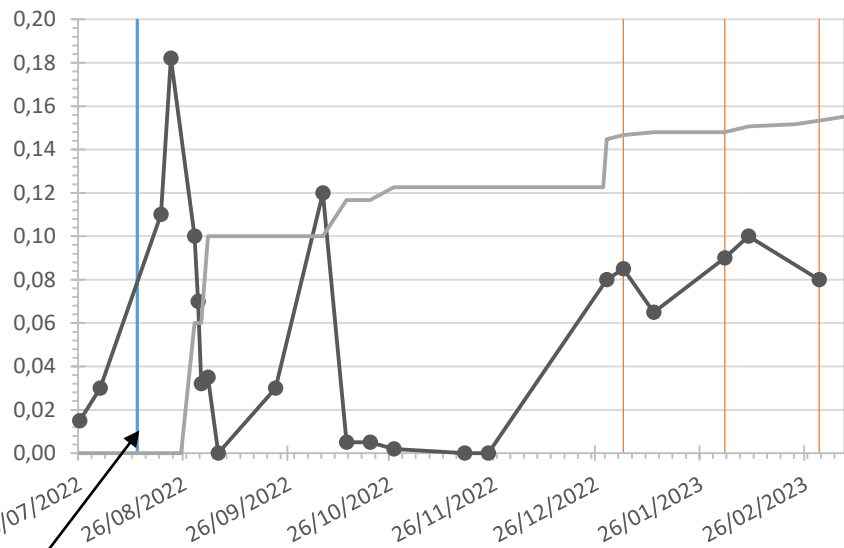
pH et conductivité ne semblent pas évoluer fortement suite aux injections

Le potentiel redox en revanche augmente suite aux injections, surtout en sortie du biofiltre,
L'évolution de l'oxygène dissous reste à confirmer au cours des prochaines mesures



➤ Seconde phase : injection de biosurfactants

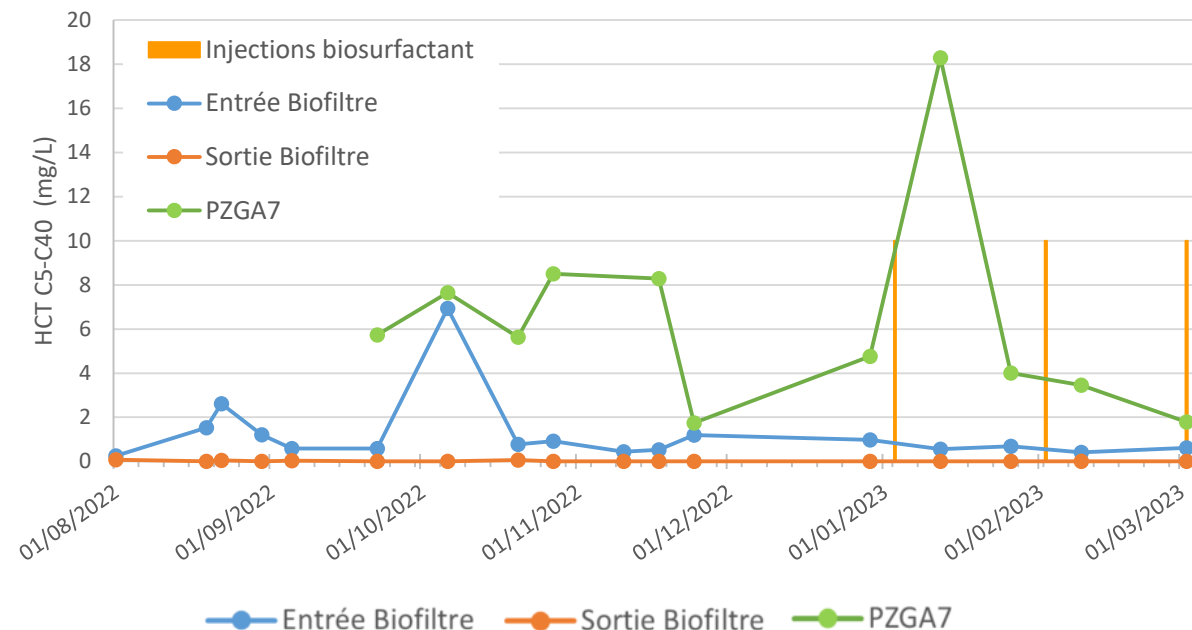
Epaisseur de flottant dans le puits de contrôle



Démarrage du lavage

● Epaisseur de flottant dans le puits de contrôle — Quantité écrémée

Evolution de la concentration en HCT C₅-C₄₀



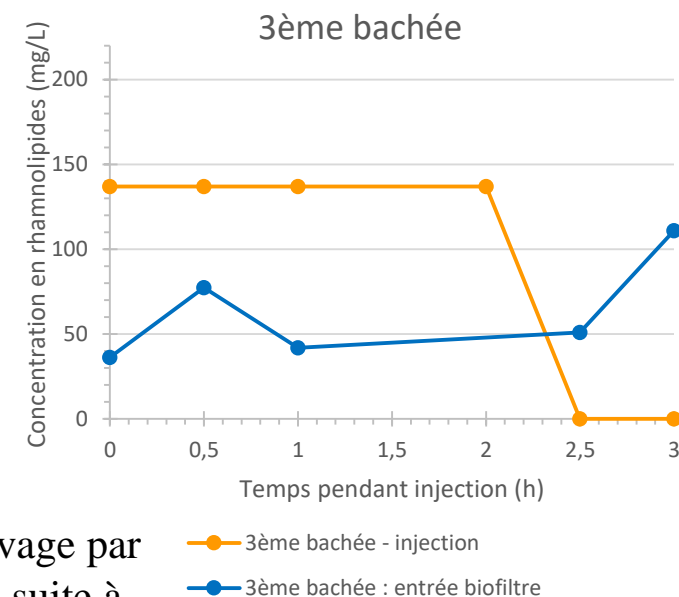
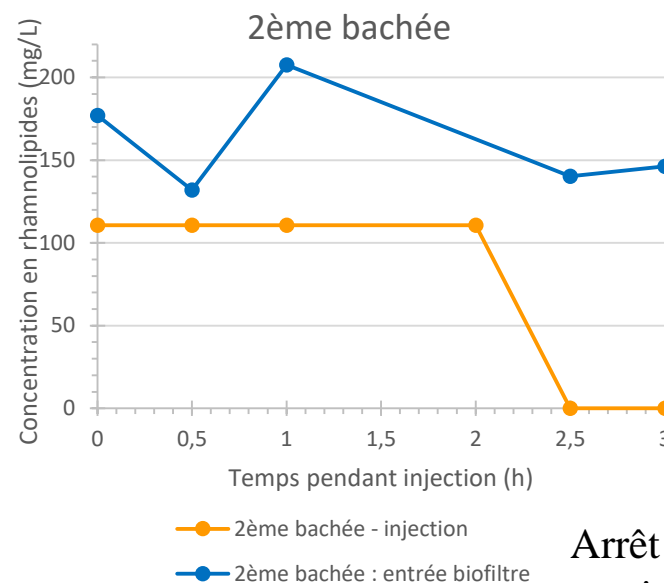
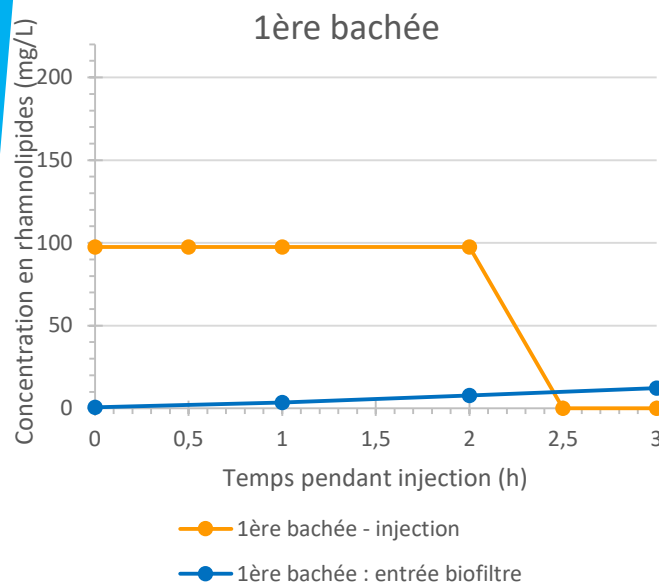
Du flottant continue à être écrémé, mais la réalimentation faiblit

La pollution HCT C5-C40 semble remobilisée dans le puits de contrôle, notamment suite à la première injection, puis les concentrations dans les eaux diminuent

Le traitement par le biofiltre permet d'abattre les concentrations en HCT des eaux

➤ Seconde phase : injection de biosurfactants

Observation des concentrations en rhamnolipides :



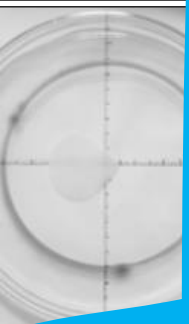
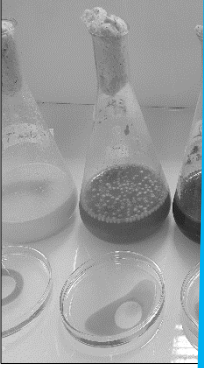
Arrêt 7j du lavage par recirculation suite à coupure de courant

Observations :

- Adsorption suspectée des rhamnolipides au sol / résultats cohérents avec les mesures du LSE 80% d'adsorption
- Après la première bachée, les teneurs en rhamnolipides des eaux pompées sont supérieures aux teneurs lors de l'injection : formation de rhamnolipides *in-situ* ? Stimulation des souches endogènes ?
- Après la 2^{ème} bachée, un arrêt de la circulation a probablement limité le développement *in-situ*, concentrations plus faibles en entrée de biofiltre

CONCLUSIONS

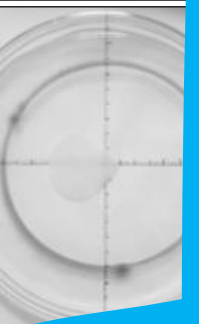
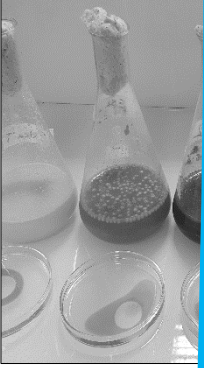
- Production de rhamnolipides – bioréacteur de 800 L en conditions non-stériles : validé
- Adsorption initiale de ces rhamnolipides sur les sols – comparable aux résultats des essais laboratoires du LSE
- Suite à la première injection, faible remobilisation des HCT C5-C40 puis diminution des concentrations dans les eaux – résultats similaires aux observations de WSP GOLDER (essais en colonne) : **faible remobilisation**
- Diminution des concentrations et indices témoignant un développement bactérien *in-situ* (production de biosurfactant ?) : **amélioration de la biodisponibilité des hydrocarbures**



MERCI

pour votre attention

*Vas-y Marcel !
Plus vite !!*



CONTACT



ORTEC SOLÉO LYON

Des spécialistes au service de vos
projets de traitement des pollutions
et de réhabilitation

Agence Direction Technique :

8 ter avenue du docteur Schweitzer
69330 MEYZIEU
04 82 29 12 82



Clotilde JOHANSSON

Chargée d'Affaires secteur R&D
clotilde.johansson@ortec.fr
06 74 32 23 64

