



Projet SOBIOVE

Une étude comparative du Venting et du Bioventing à plusieurs échelles

Laurent THANNBERGER (VALGO) - Jean-Marie CÔME (GINGER)

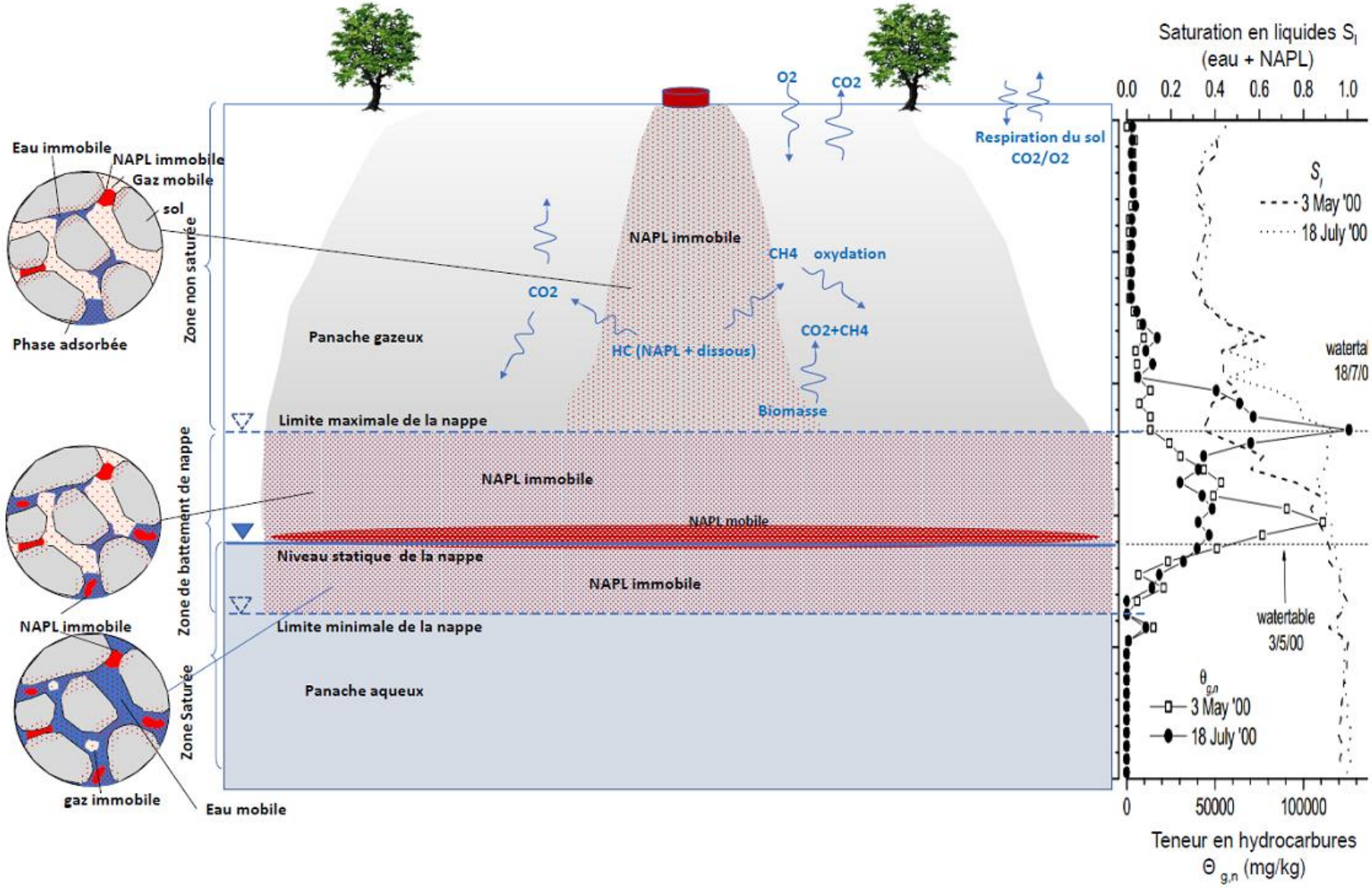


- Contexte et contenu du projet SOBIOVE
- Réalisation du pilote sur site terrain
- Suivi du pilote et analyses
- Résultats
- Bilan de masse
- Modélisation numérique
- Conclusions

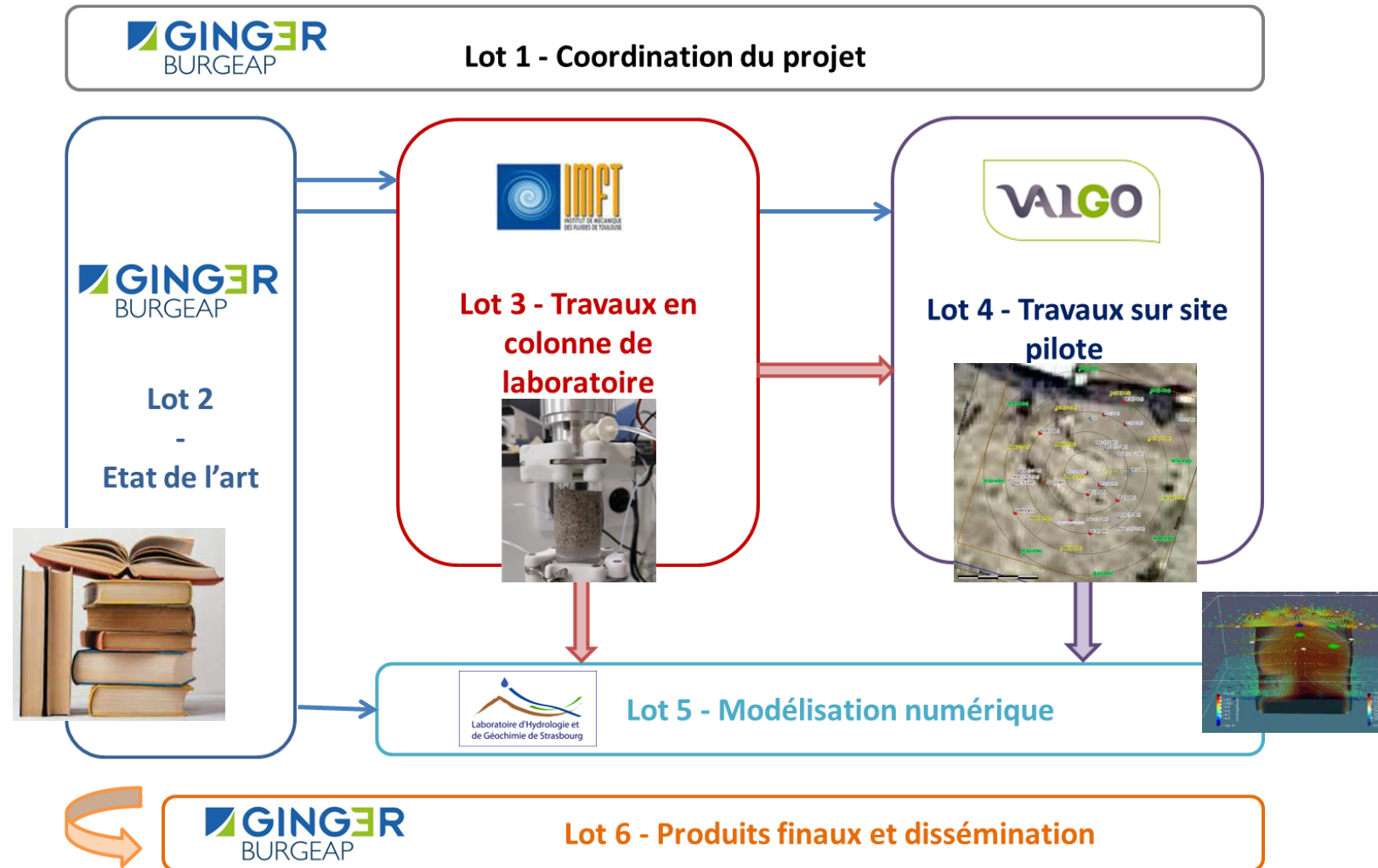


Contexte et verrous

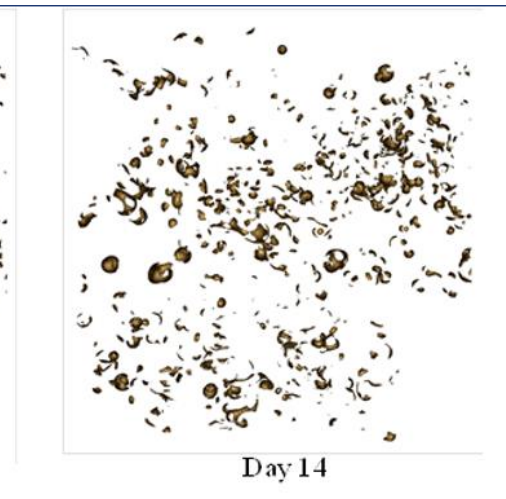
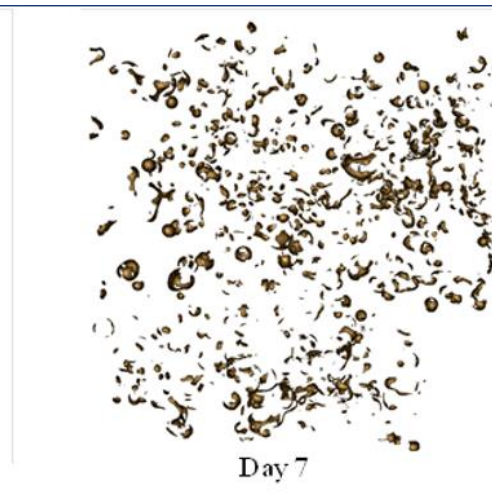
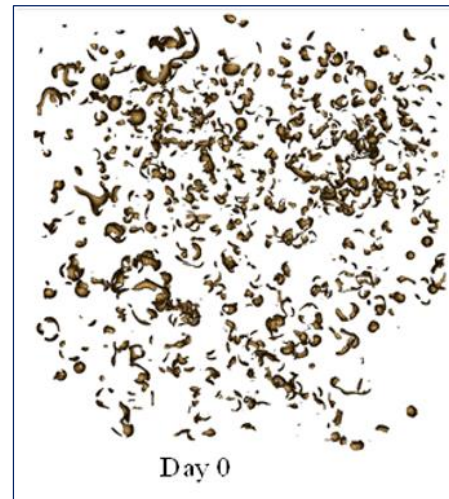
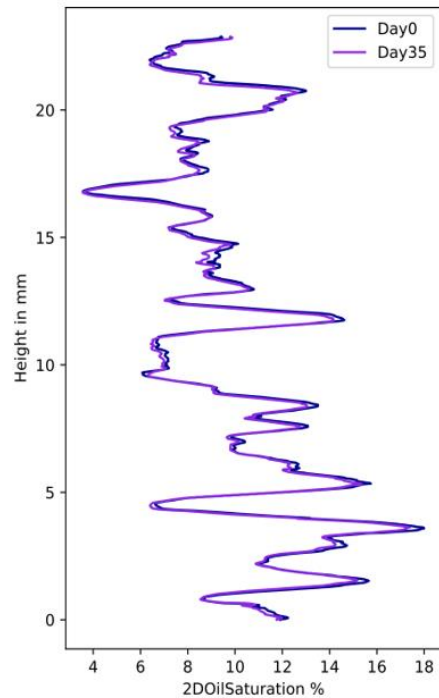
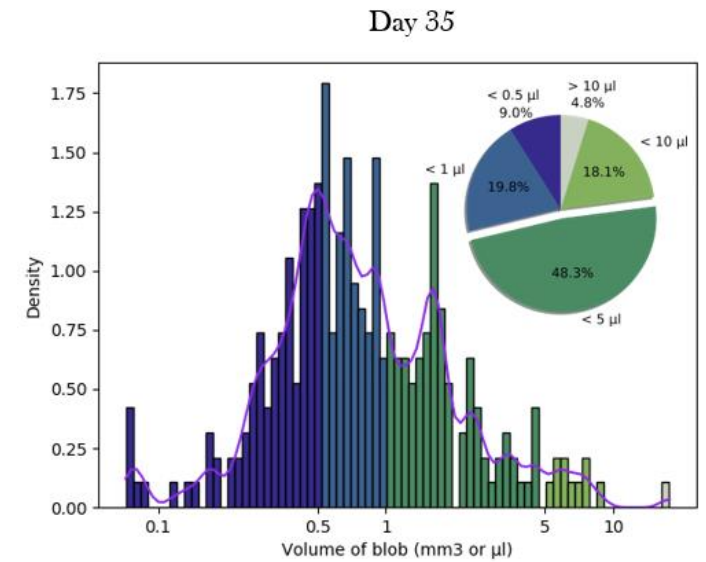
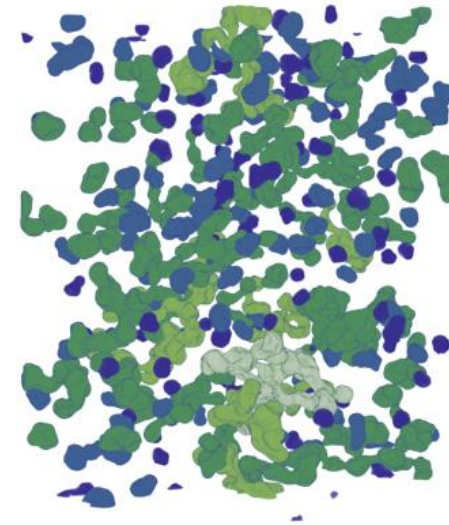
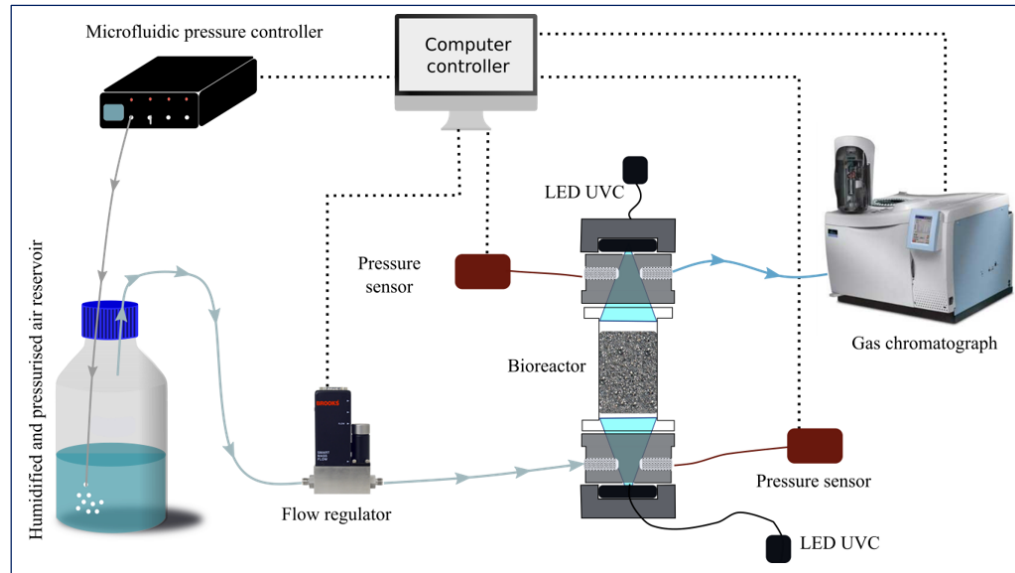
Verrou majeur : ratio volatilisation/biodégradation dans les taux d'abattement de la pollution



Contenu et structuration du projet



Essais en laboratoire



Exchange surface NAPL/air

Pilote sur site



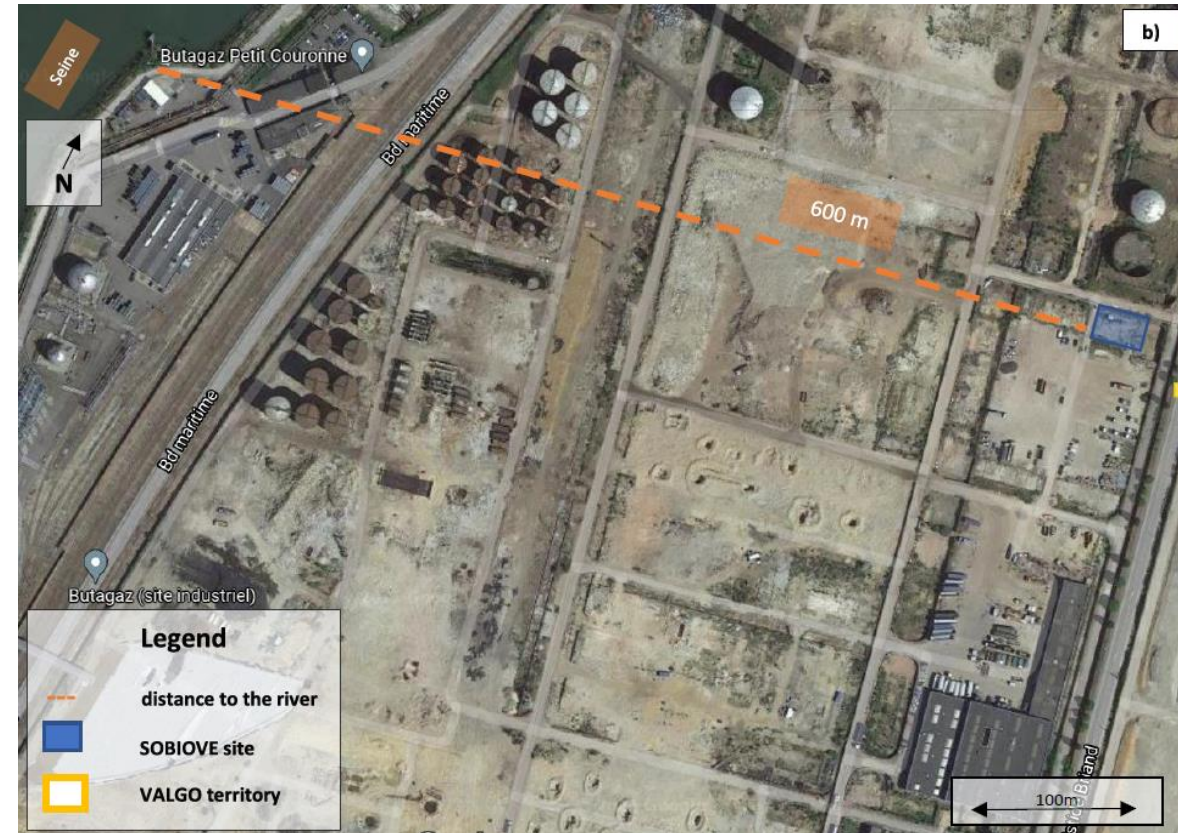
Pilote – choix de la zone

Au démarrage du projet, 3 zones ont été considérées, en fonction de critères de :

- Disponibilité et accessibilité de la zone pour toute la durée du projet
- Qualité et quantité de pollution compatibles avec les techniques du projet

2 zones ont été investiguées, par une campagne sur les gaz du sols

→ Zone retenue, dite « blending »



Essais pilote - Calendrier

2019 : campagnes GdS pour choix du site

2020 : construction du pilote et **essais** de perméabilité et pompage en juillet ; puis interprétation des données

2021 : - suite aux essais, **modification** du pilote

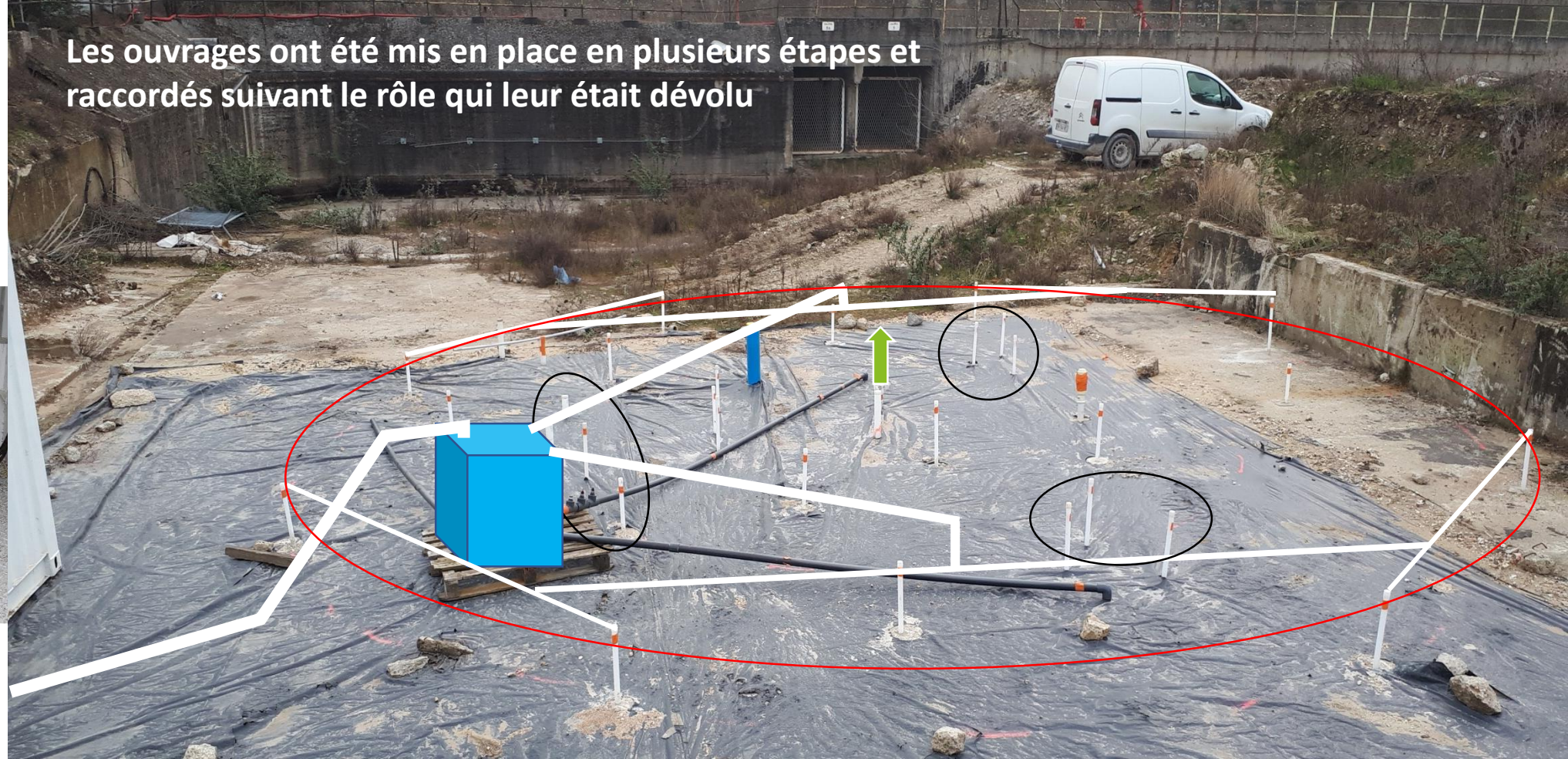
- mode **venting** de mars à juillet = ventilation 24 h/24

- **relaxation** = arrêt ventilation

- mode **bioventing** d'octobre à mars 2022 = ventilation à 10%

2022 : démantèlement après **campagne finale**, rédaction du rapport

Les ouvrages ont été mis en place en plusieurs étapes et raccordés suivant le rôle qui leur était dévolu



8 points d'injection périphériques à R=5m 1'' (1-4,5m)

1 puits d'extraction : PE-C:1,75-5m

18 piézaires 1'' à des profondeurs différentes

- a : 1,75-2,5m ou 2-2,5 m
- b : 3-3,5 ou 3,5-4 m
- c : 4-4,5 ou 5,5-6 m

1 Puits de rabattement : 4 à 10 m

2 piézomètres: Pz1 : 4-10 m, Pz1b: 5-8 m (1'')

Suivis et analyses

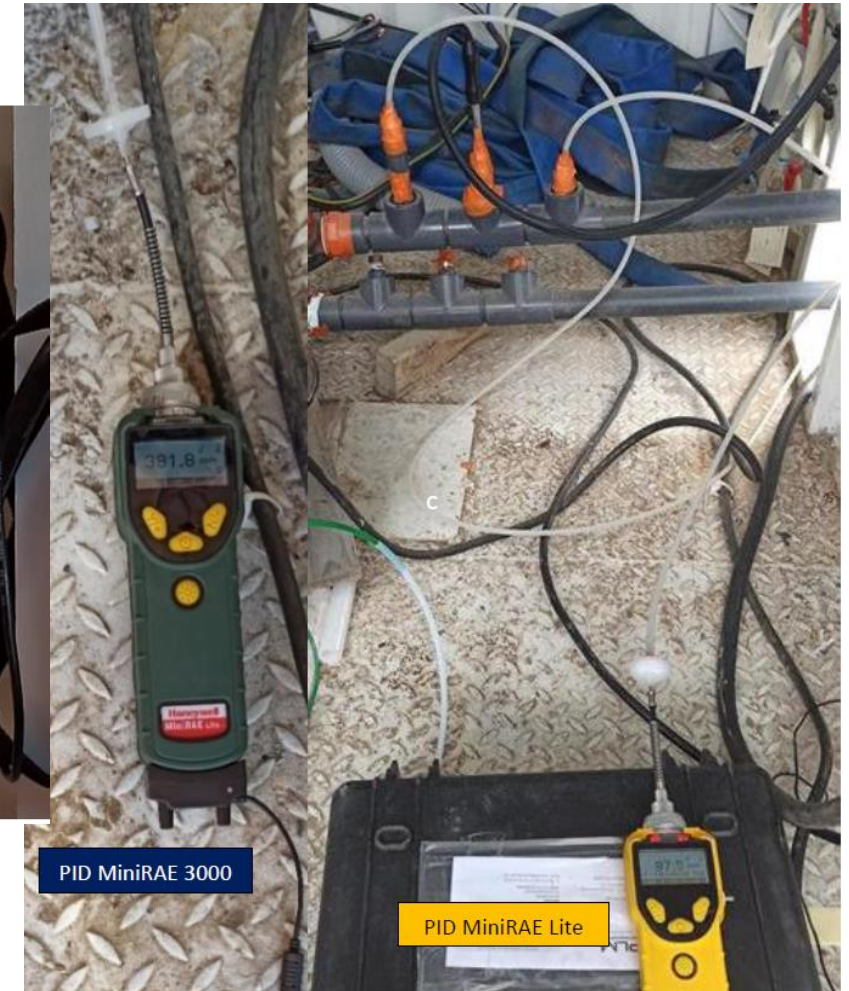


Données continues



Pendant les périodes de venting, bioventing et relaxation, les gaz extraits ont été analysés en continu, notamment sur les paramètres O₂, CO₂ et PID,

Les débits et pressions des différentes branches du réseau aéraulique ont été périodiquement vérifiés, voire ajustés par un jeu de vannes de réglage et les paramètres température et humidité, contrôlés.



Campagnes d'analyses



- campagnes de prélèvement des sols, par sondage, et des gaz des sols, dans des piézaires à différentes profondeurs,
- avant et après chaque régime de fonctionnement.

Phase/campagne	Date	Prélèvements
1 ^{ère} campagne de prélèvement et installation des ouvrages	01/03/2020	16 sondages sols jusqu'à 10 m de profondeur ; éch : TPH +BTEX, NGL, P, K
2 ^{ème} campagne de prélèvement et installation des ouvrages	28/01/2021	16 sondages sol : 0-6m de profondeur éch : TPH C5-C40+BTEX +COT ; phénols ; NGL, P, K, microflores
Etat Initial Venting (T0)+ lancement	19/04/2021	GdS (TPH split + BTEX) ; CO ₂ pour ¹⁴ C ; 1 prélèvement de NAPL (TPH split C5-C40) 1 prélèvement de ESO (TPH+CO ₂ dissous +NO ₃ /PO ₃ /SO ₄ /Cl/DCE, DBO ₅ , PH et rédox)
3 mois - venting	22/04/2021	} GdS (TPH split + BTEX) ; CO ₂ pour ¹⁴ C
	04/05/2021	
	25/05/2021	
	08/06/2021	
	19/07/2021	
2,5 mois - Relaxation	23/07/2021	} GdS (TPH split + BTEX) ; CO ₂ pour ¹⁴ C
	09/08/2021	
	28/09/2021	GdS (TPH split+ BTEX) ; CO ₂ pour ¹⁴ C ; TPH C5-C40+BTEX +COT : NGL ; P & K ; microflores 1 prélèvement de ESO (TPH+CO ₂ dissous +NO ₃ /PO ₃ /SO ₄ /Cl/DCE, DBO ₅ , PH et rédox)
5 mois - Bioventing	26/10/2021	} GdS (TPH split + BTEX) ; CO ₂ pour ¹⁴ C
	13/12/2021	
	17/01/2022	
	15/02/2022	
Bioventing: 5 ^{ème} prélèvement Etat final: Sondages sols	07/03/2022	GdS (TPH split + BTEX) ; CO ₂ pour ¹⁴ C ; 10 sondages sol 0-7 m : ;sol bruts (HCT C5-C40) ; microflores ; NGL, P, K 2 prélèvement de ESO (TPH+CO ₂ dissous +NO ₃ /PO ₄ /SO ₄ /BTEX, MTBE PH et rédox)

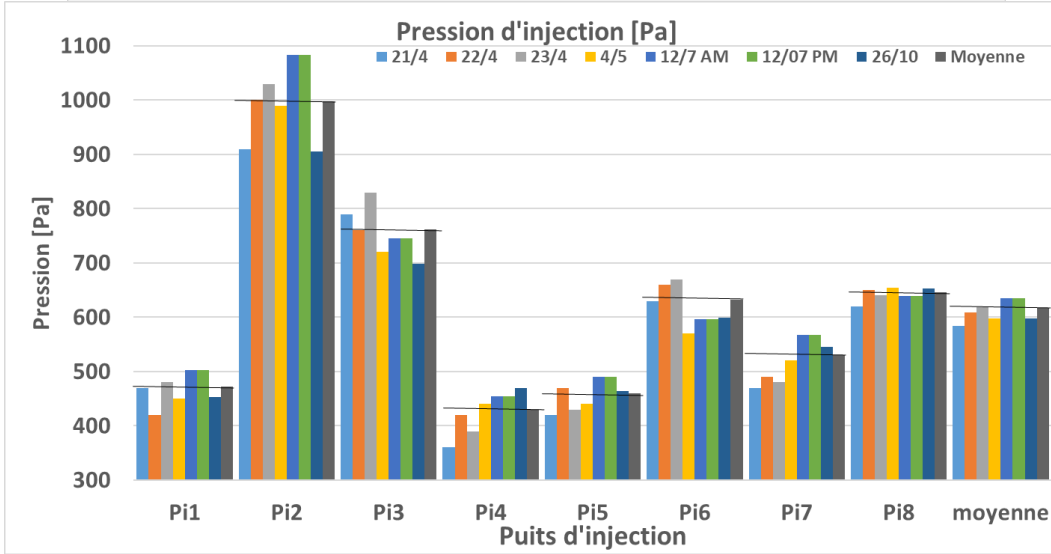
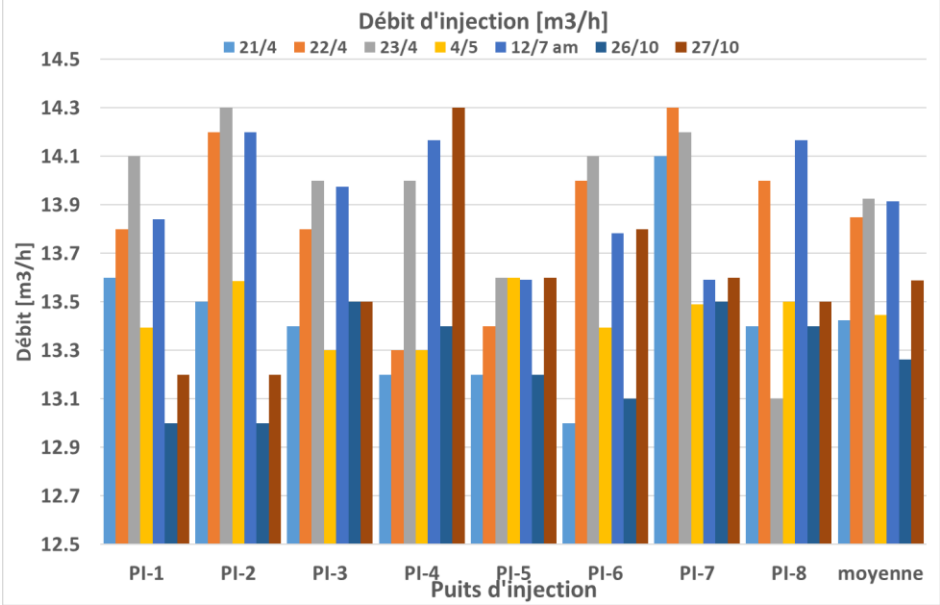
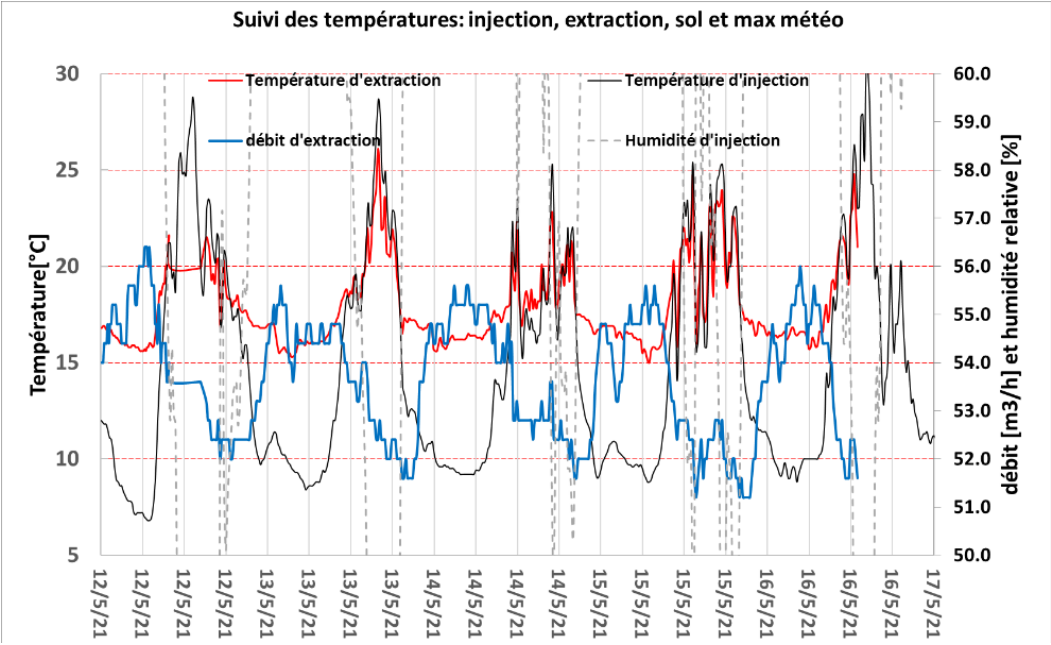
Résultats



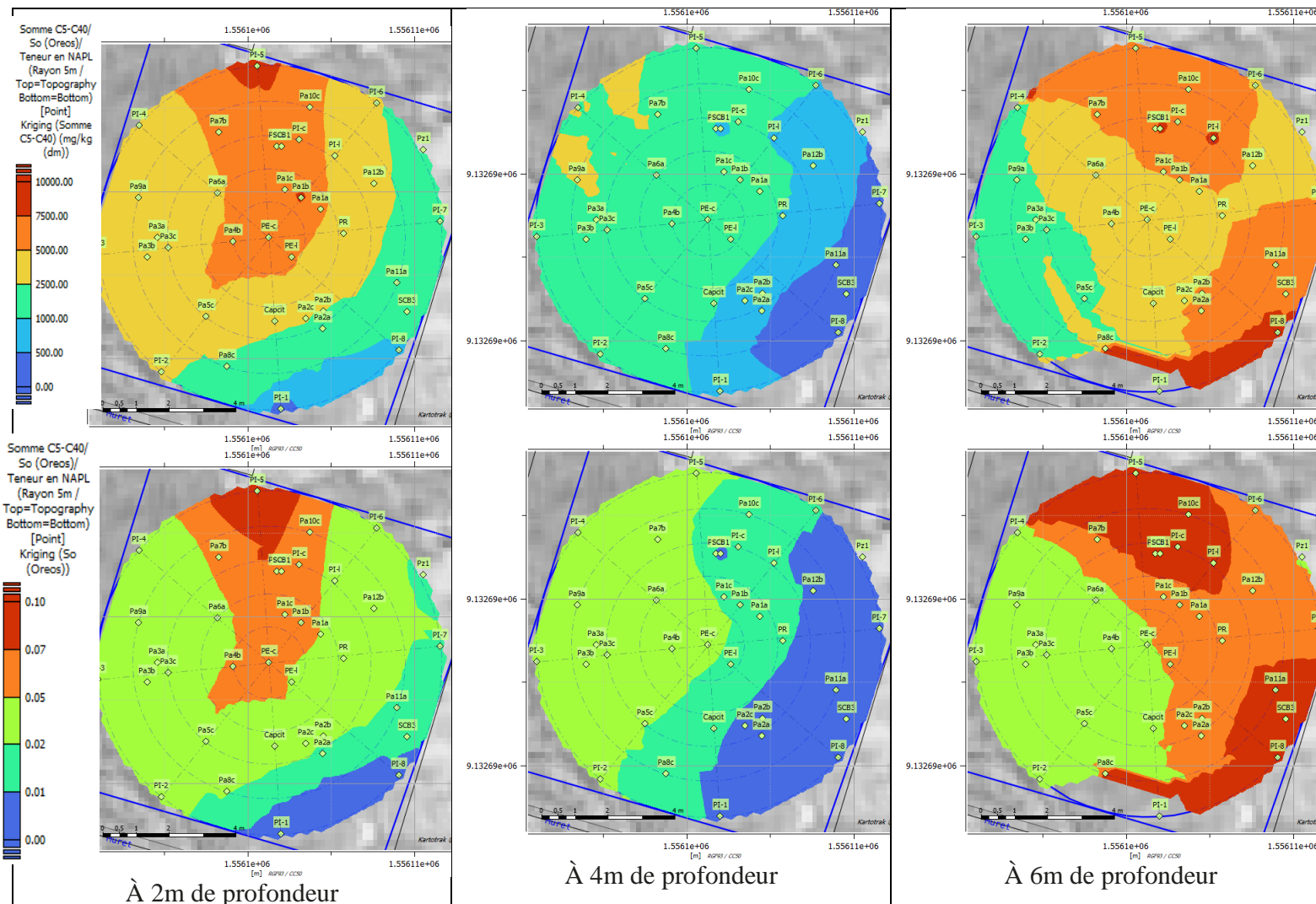
Résultats - Physique

Des débits équilibrés,
par des pressions très différentes suivants les points
d'injection

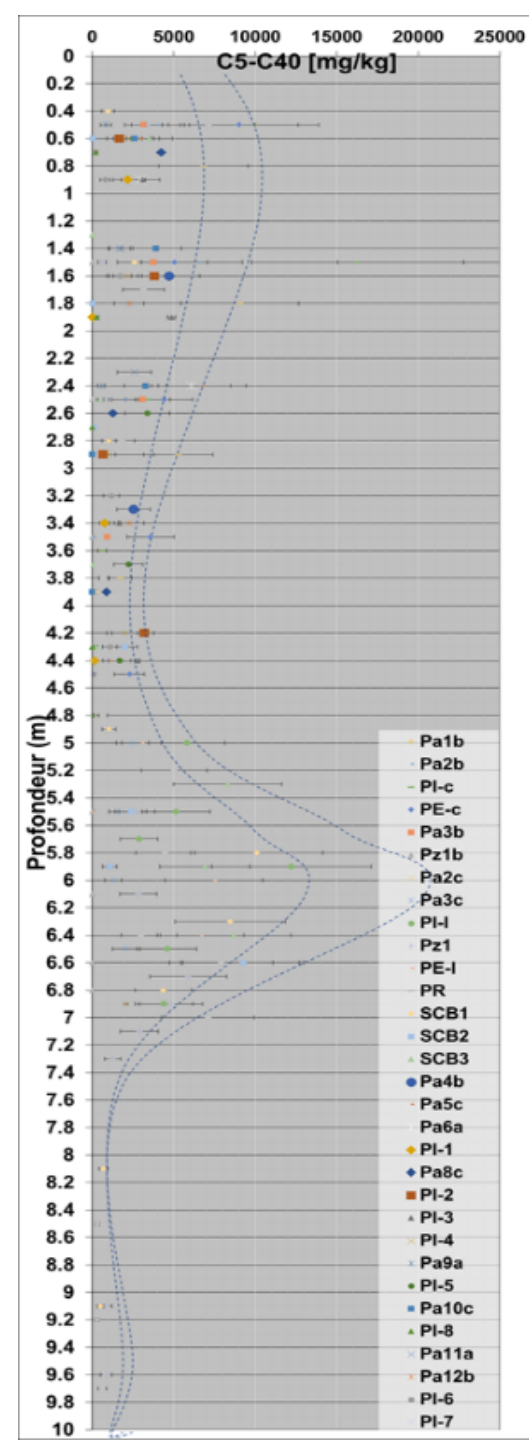
Le tout soumis à des variations cycliques superposées



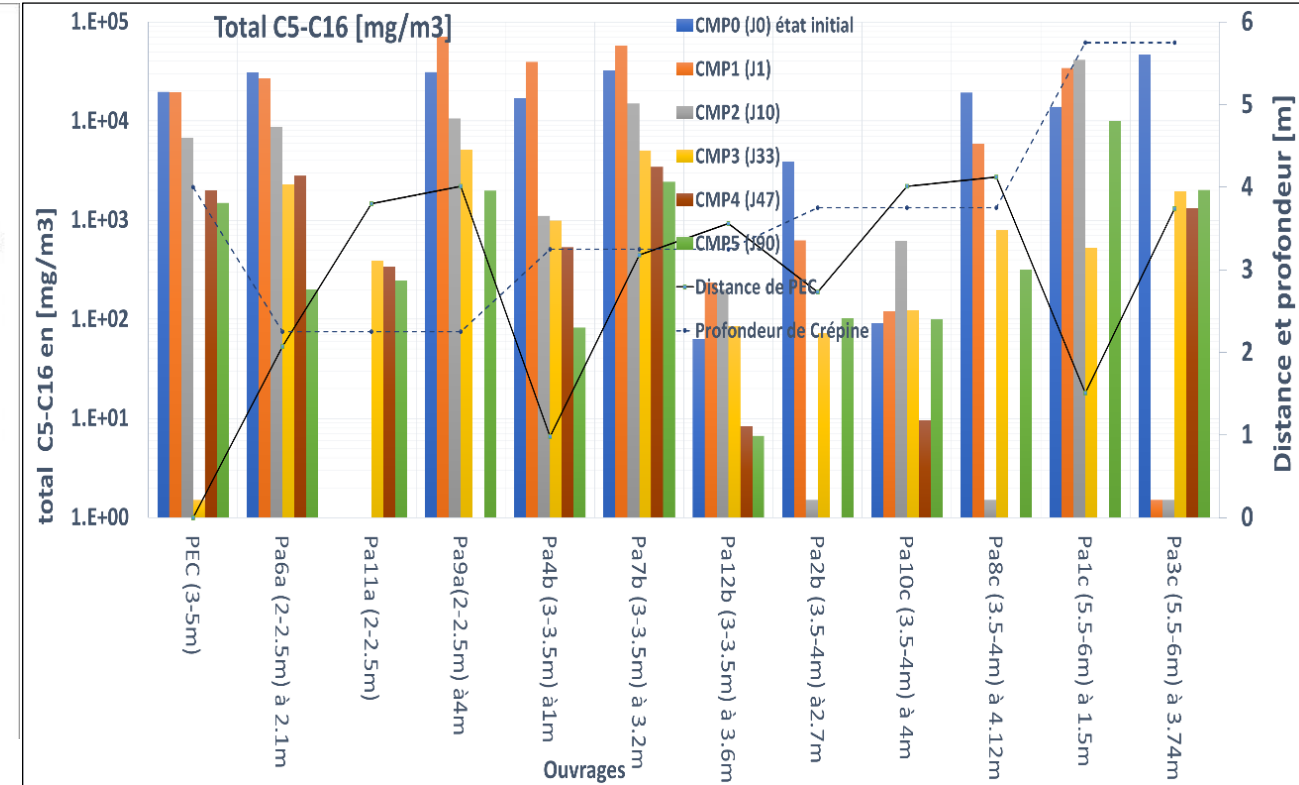
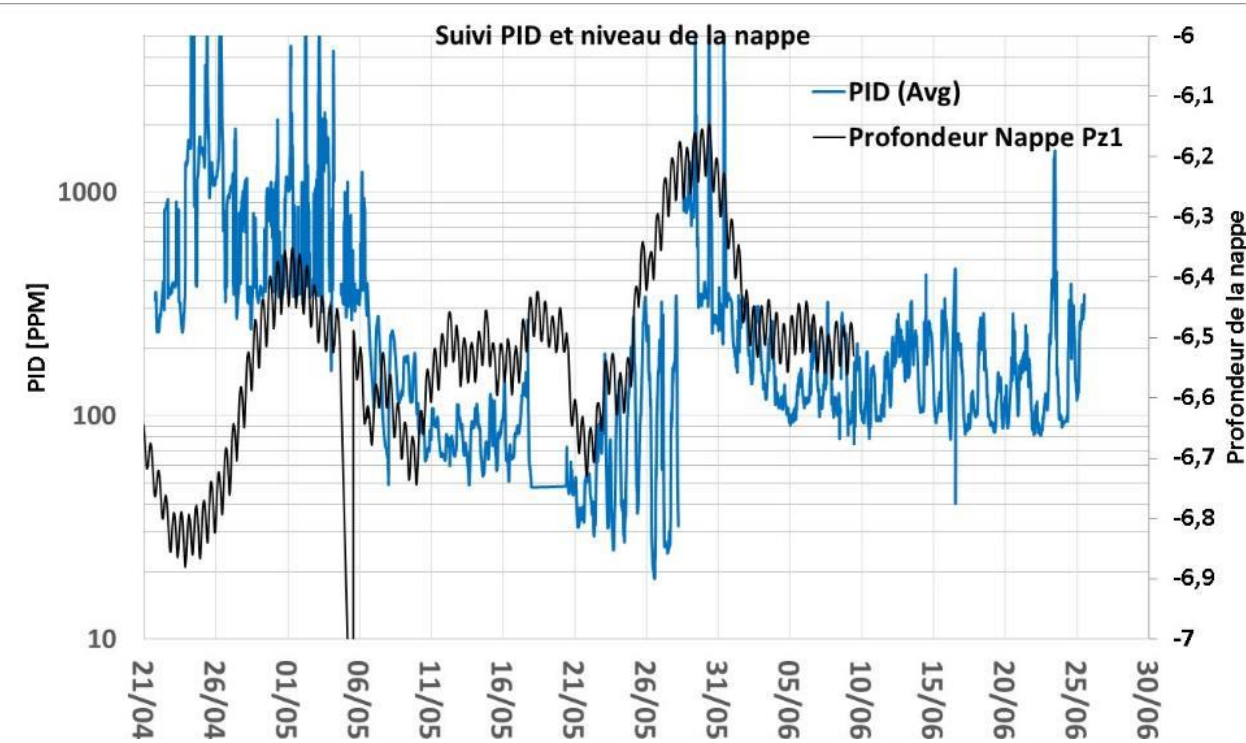
Analyses polluants



Répartition spatiale de la pollution dans le sol à l'état initial (courbes de saturation en NAPL et TPH obtenues par Kartotrak



Analyses des polluants



Le suivi en continu au PID permet d'interpréter les variations quotidiennes ou de courte durée

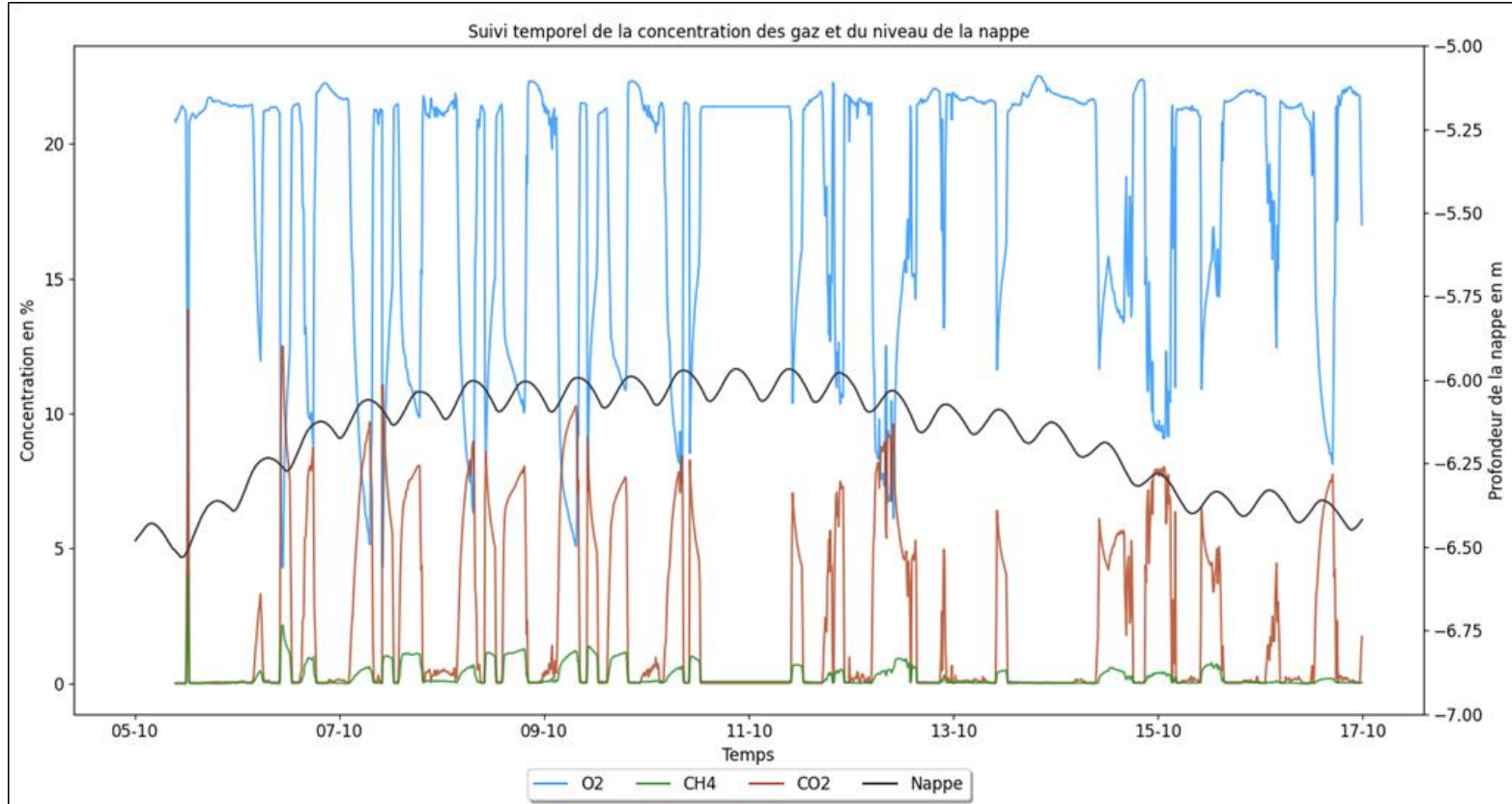
La collecte périodique des données montre la tendance à la baisse dans tous les points du pilote. Ici les HC volatils dans les piézairs

Suivi de l'activité biologique



Le CO₂, l'O₂ et le méthane ont été suivis en continu, comme indicateurs de la biodégradation

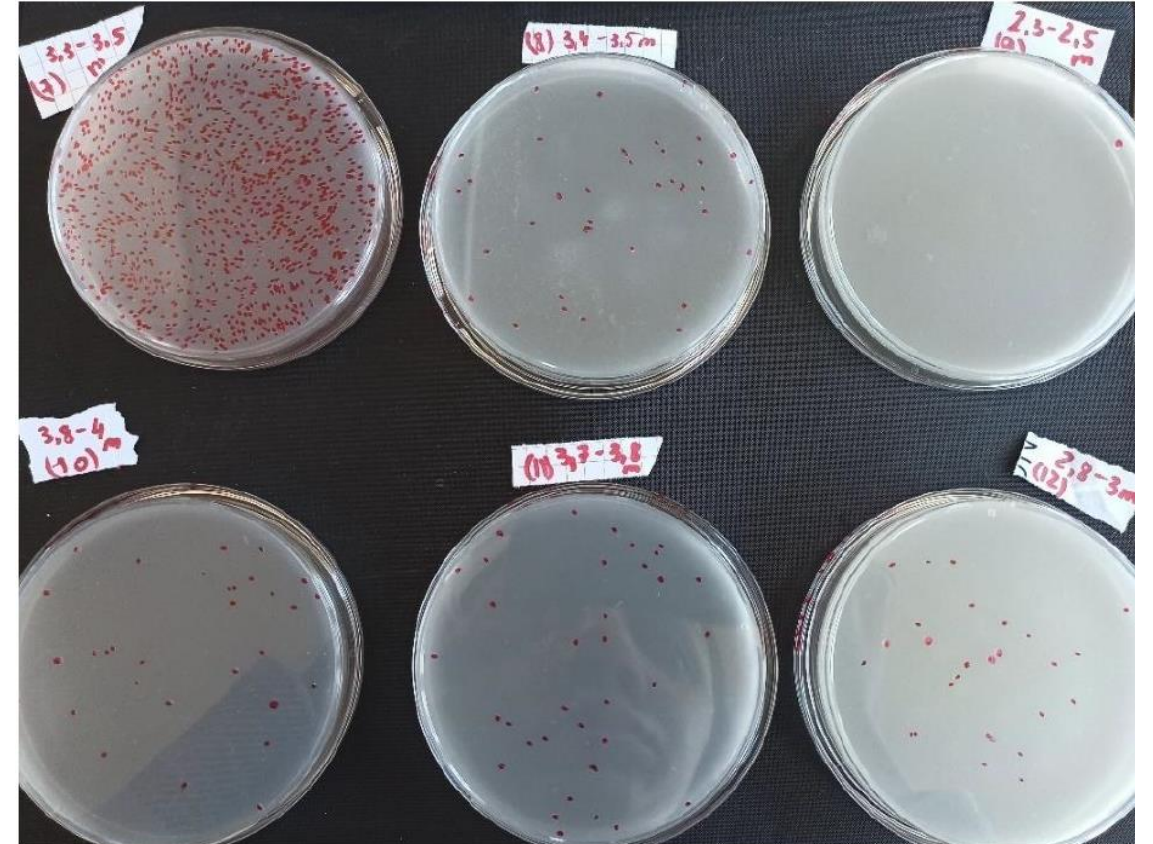
La capture du CO₂ dans un « piège à soude » démontre que 95% du CO₂ vient des HC



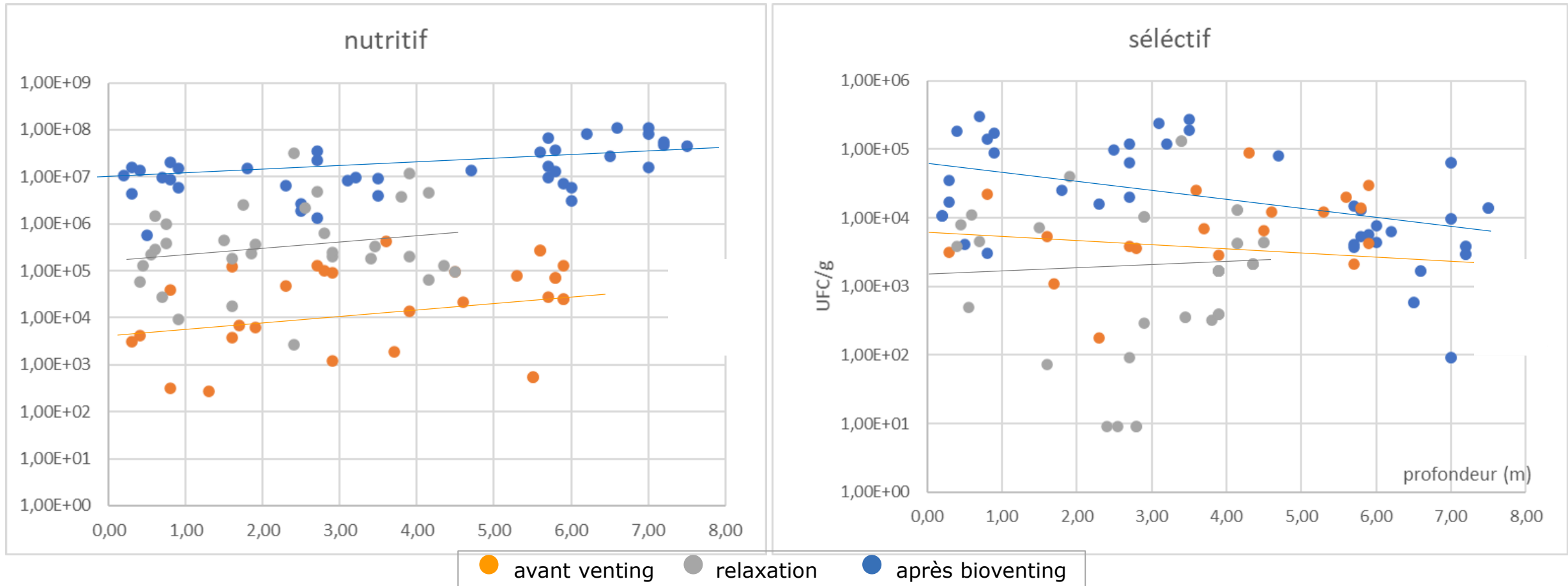
Analyses de la microflore

À chacune des campagnes avec des sondages de sol, une partie des échantillons était envoyée au labo interne de VALGO.

Un milieu sélectif, contenant une paraffine avec une majeure en C16, comme seule source de carbone a été utilisé en comparaison avec un PCA classique pour quantifier les souches aptes à dégrader les HC (en moyenne 1% sur les CFU)

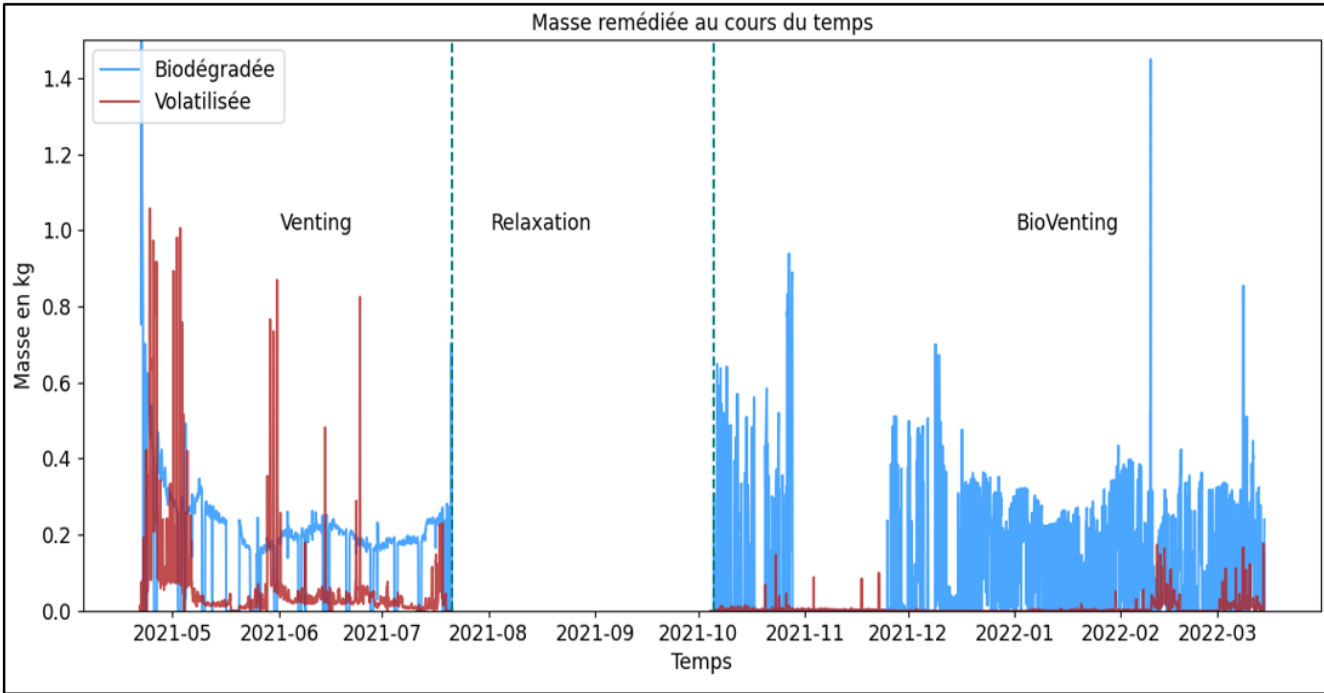
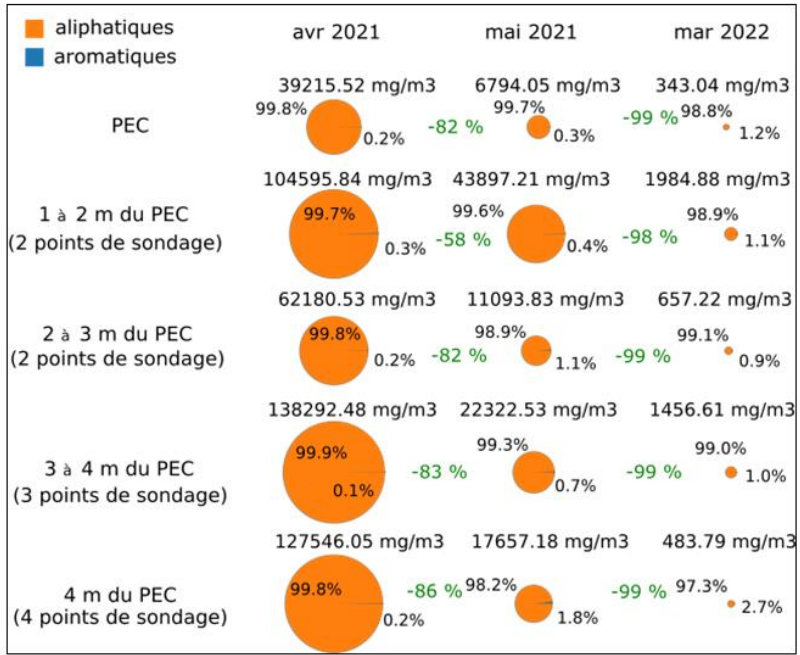
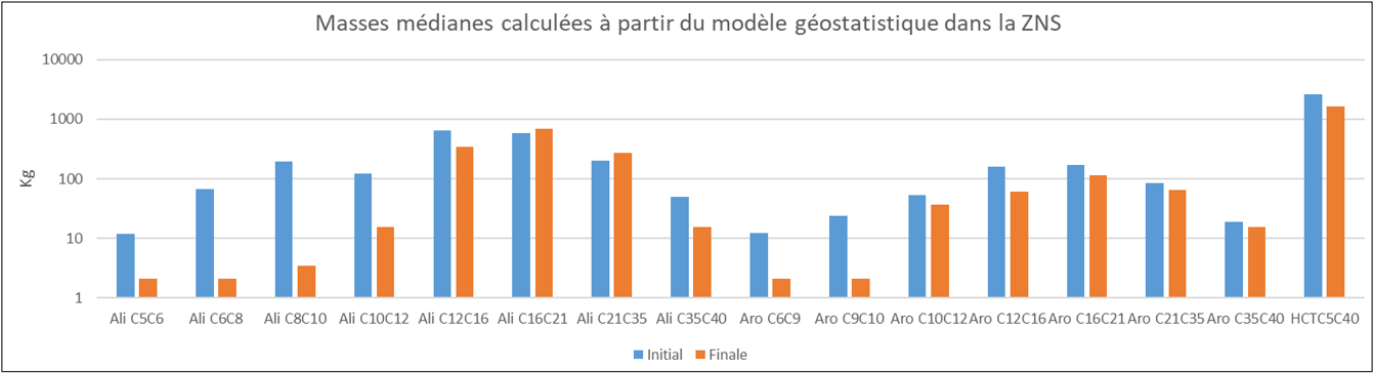
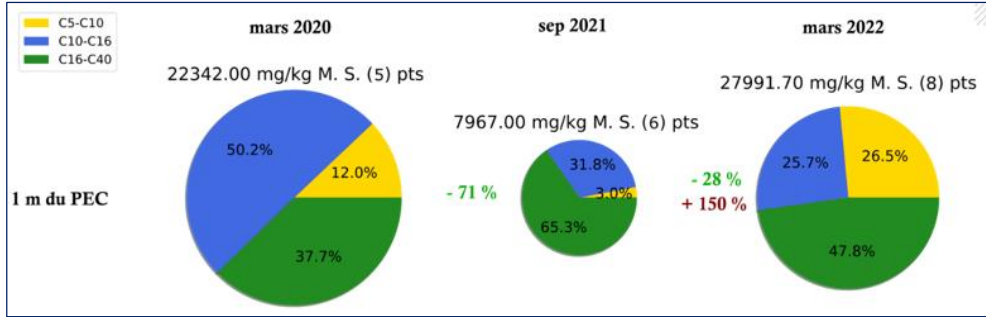


Suivi des microflores



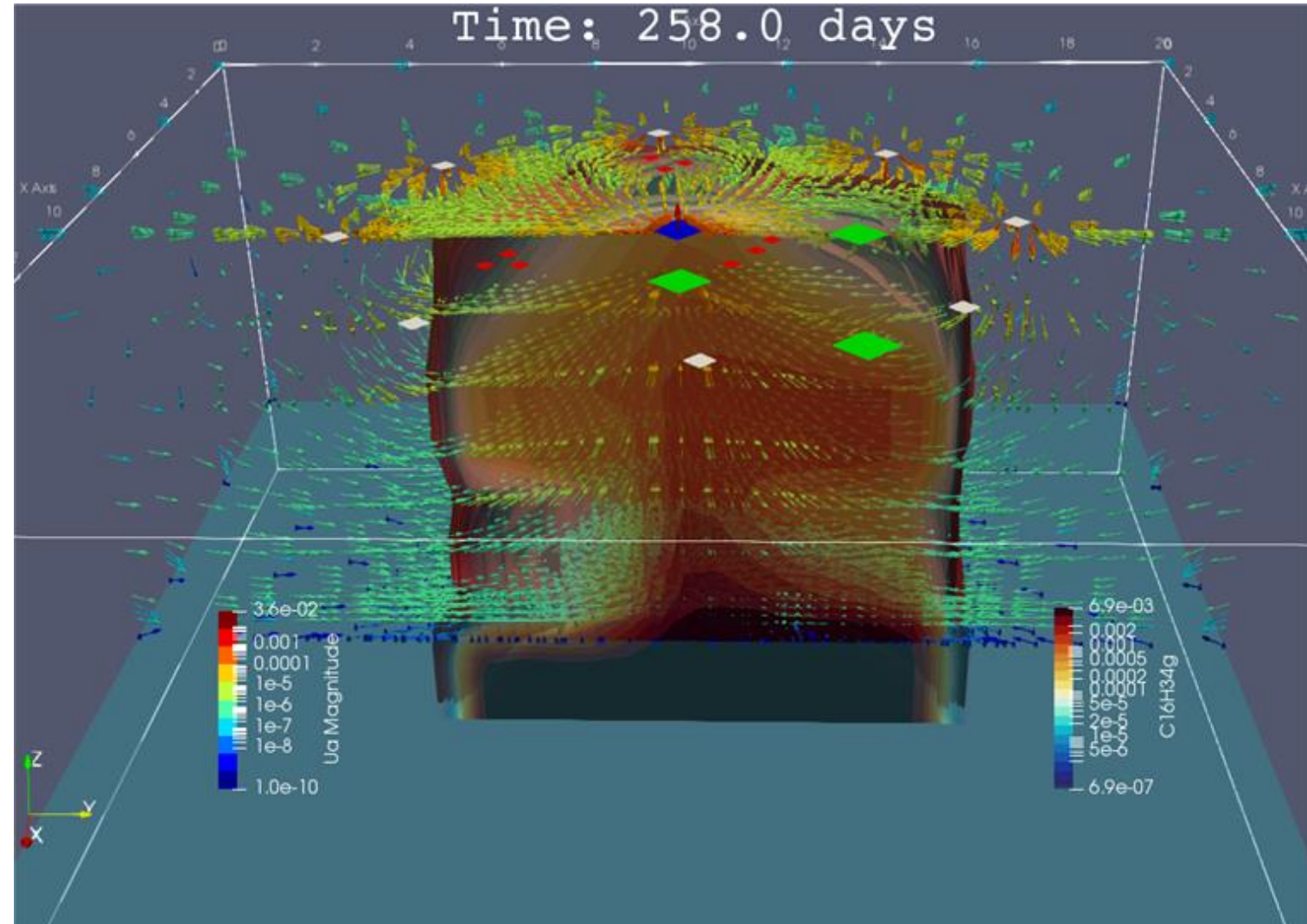
L'évolution de la microflore montre un impact positif de l'aération sur la flore totale, qui n'est sensible qu'en fin de période de bioventing sur la flore spécifique.
Cette évolution est homogène en fonction de la profondeur.

Bilan global : volatilisation 15%, biodégradation 85 %



Modélisation numérique CubicM

- **Schématisation**
 - écoulement eau & gaz, NAPL immobile
 - transfert de masse eau/gaz/NAPL/sol NEL
 - biodégradation NAPL & HC dissous
- **Calibration**
 - So déduites des TPH (OREOS)
 - Discrétisation spatiale So (KARTOTRAK)
 - Q gaz injecté/extrait
 - K, Sw et Sg mesurées
- **Etude de sensibilité**
- **Simulations prospectives**



Sommaire

- Schématisation et mécanismes en jeu
- Dimensionnement, suivi et réception d'un essai pilote
- Dimensionnement, suivi et réception d'un traitement pleine échelle
- Surveillance post-traitement

Parution prévue été 2023

