

PACOMA :

Plastisphère et Co-sélection d'Antibiorésistance en Zones Portuaires Hyper-Contaminées :
Rôle du Stress Métallique et Organostannique sur les biofilms bactériens se développant sur des plastiques immergés à Port-Camargue



Séminaire 2026 OHM Littoral Méditerranéen
Mardi 10 mars 2026 -Marseille



Sophie Delpoux
Rémi Freydier
Mylène Marie
Chrystelle Montigny



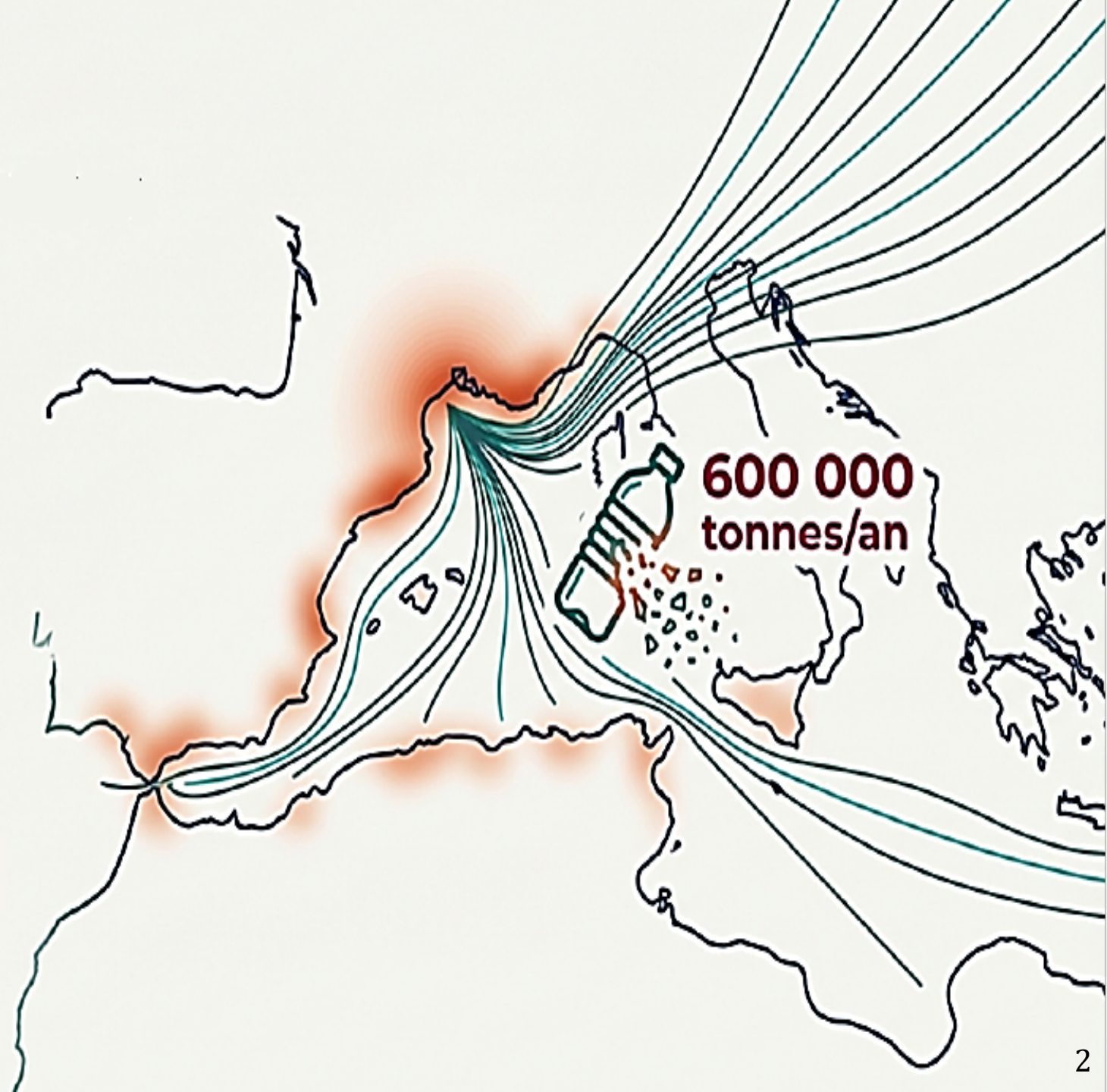
Estelle Bilak
Agnès Masnou
Patrick Monfort
Patricia Licznar
Mylène Toubiana
Yen Vo-Hoang

Un littoral sous pressions croissantes

- **Golfe d'Aigues-Mortes :**
Carrefour écologique et touristique

- **Port-Camargue :**
Plus grande marina d'Europe

- **Le paradoxe :**
Un milieu attractif mais saturé par les rejets anthropiques.



Acquis #1 : La plastisphère n'est pas inerte

■ Projet MARINA

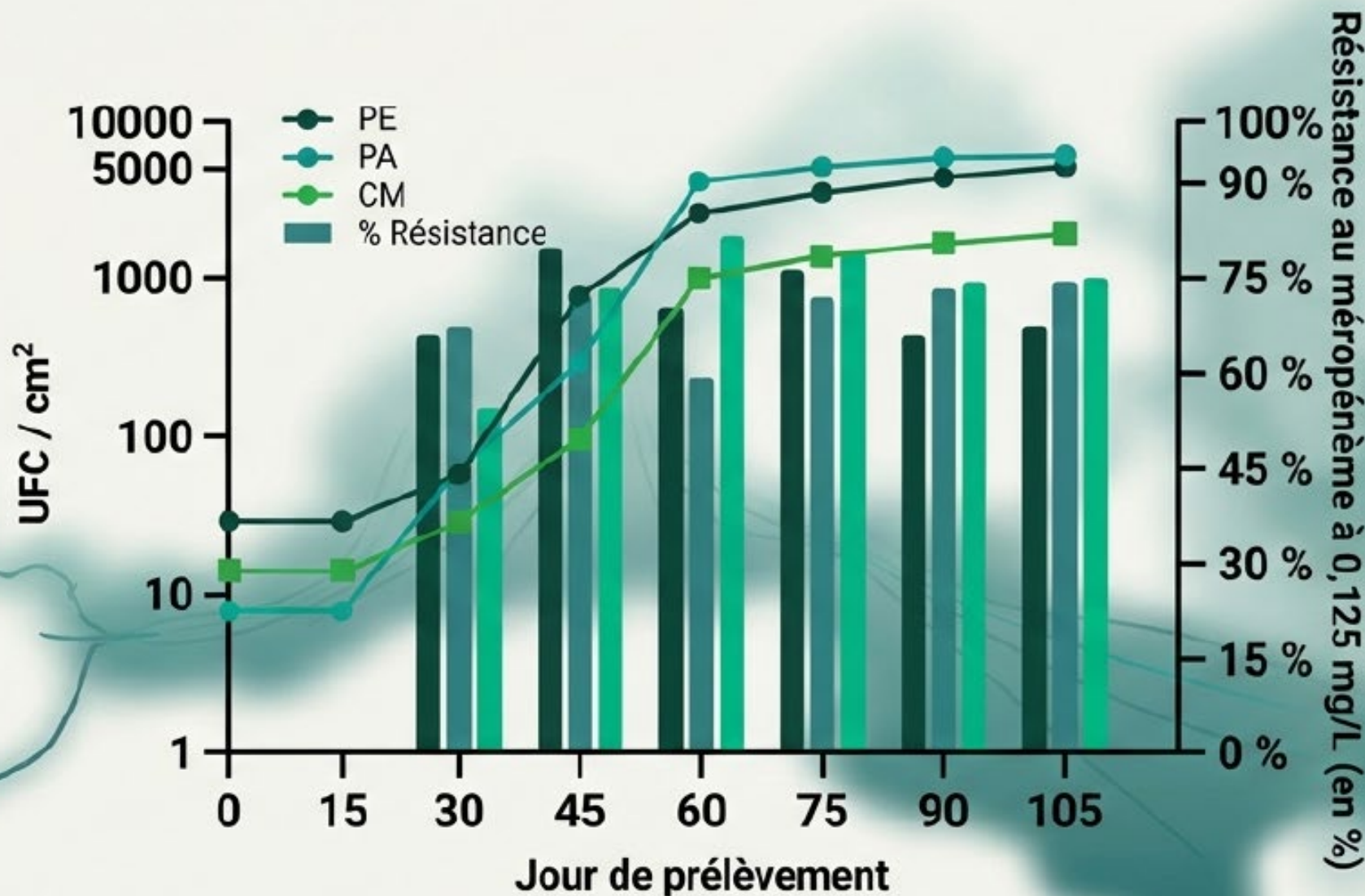


■ Colonisation rapide :

Installation d'un biofilm bactérien sur des polymères immergés en 60 jours

■ Signal d'alarme :

Détection de bactéries *Vibrio* et de marqueurs de transferts de gènes sur les plastiques immergés



Acquis #2 : Hyper-contamination des zones techniques (ZT)

**Projets
PORGAM
PORT-TRACONS**



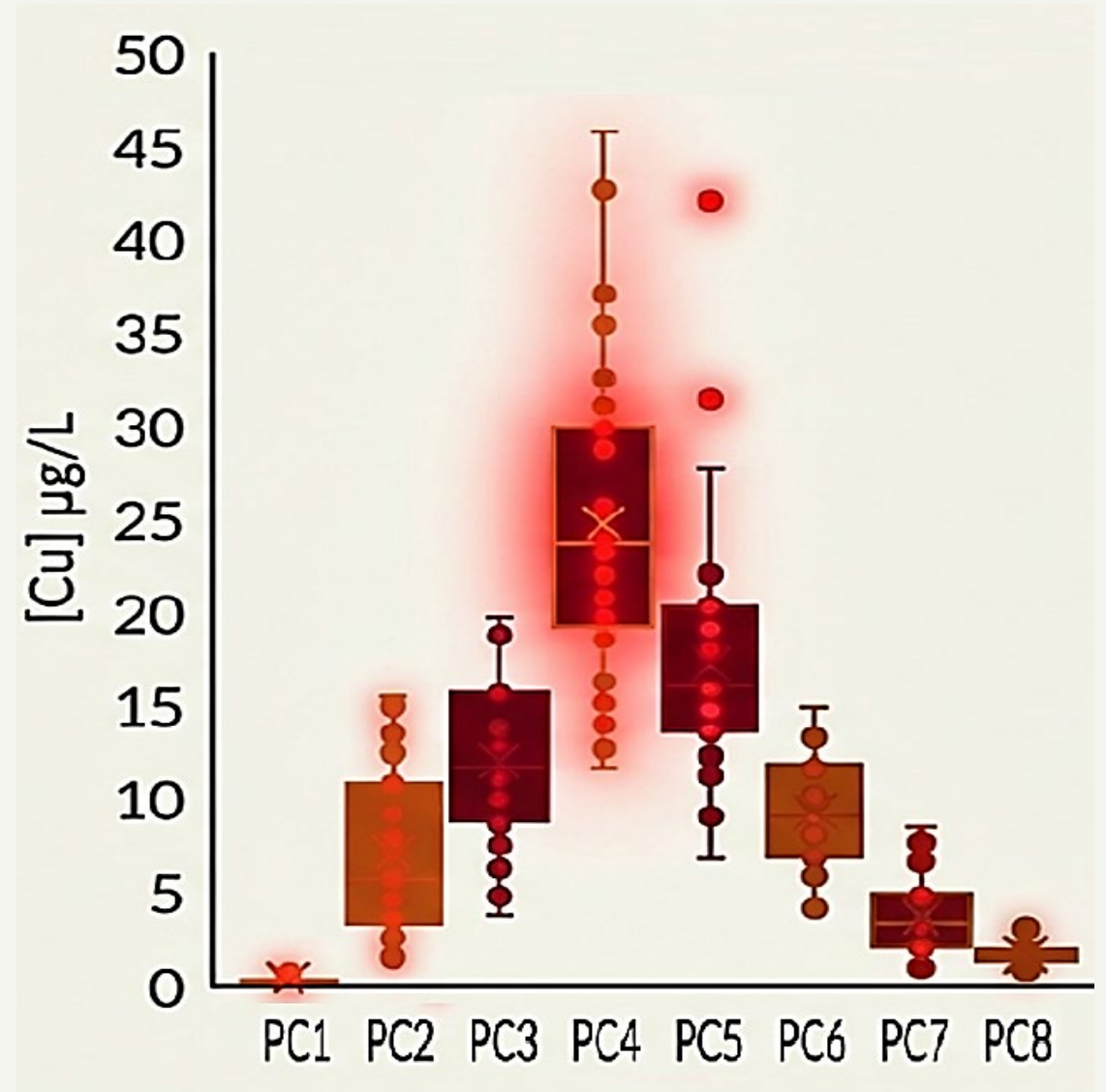
**Conventions
recherche
capitainerie**



Cartographie de la
contamination

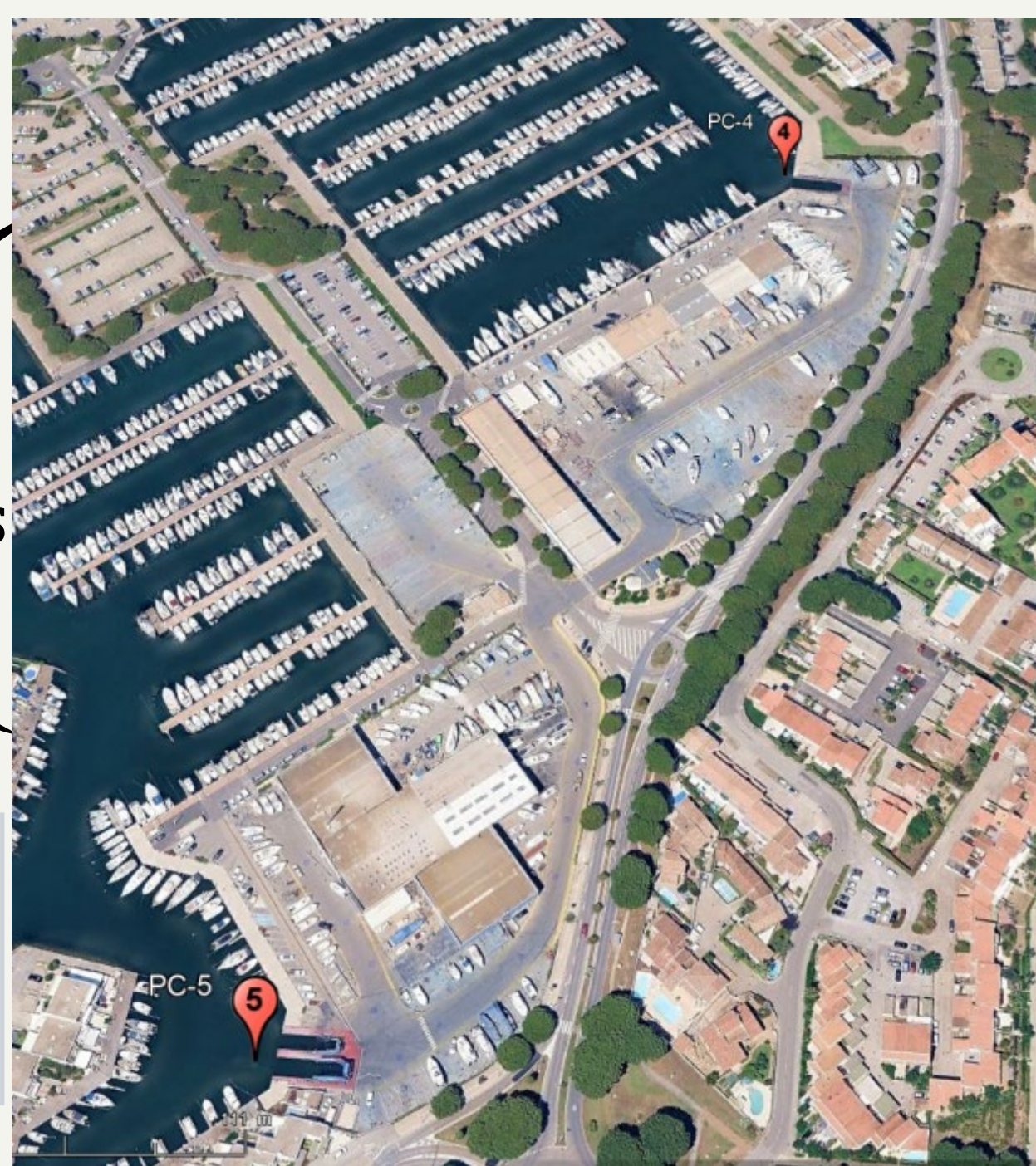


- **Hot spots de contamination :**
- **Sources :** peintures antifouling et activités de carénages
- **Niveaux de concentrations ZT :**
Métaux (Cu, Zn) et organoétains (TBT)
jusqu'à 20 fois supérieures / au GAM



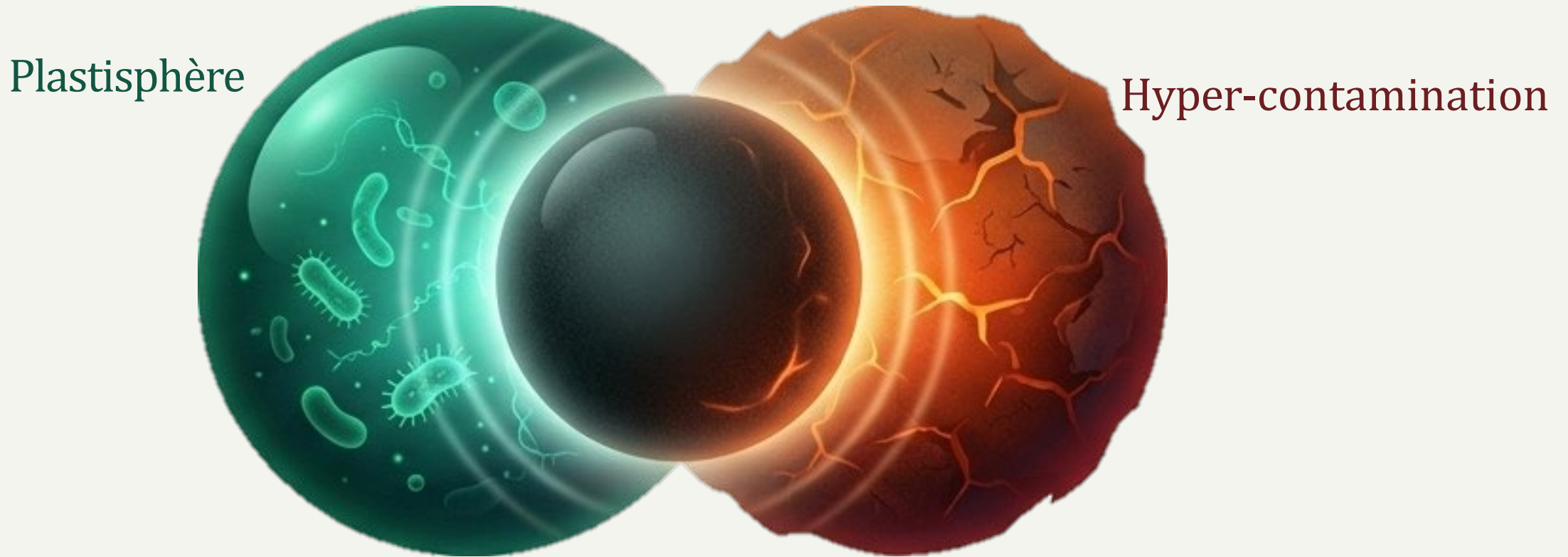


ZONES TECHNIQUES



- Capacité : **5 000 places**
- Superficie : 60 ha de surface en bassins + 100 ha de surface en terre-pleins
- Pôle technique : 3 zones techniques de **45 000 m²** dédiées à la maintenance **≈ 2000 carénages/an**

Le point de convergence : La co-sélection



Que se passe-t-il quand la plastisphère se développe dans une zone hyper-contaminée ?

Le stress chimique extrême (Métaux + TBT) amplifie-t-il l'antibiorésistance par co-sélection ?

Quel rôle ont les contaminants adsorbés à la surface des plastiques dans l'émergence et de dissémination de l'antibiorésistance au sein des populations de *Vibrio* ?



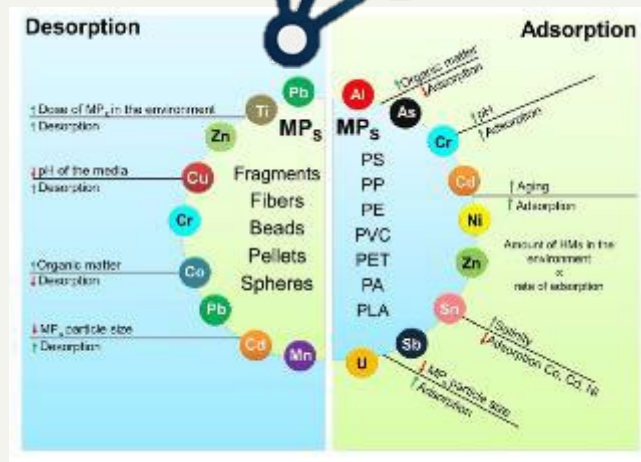
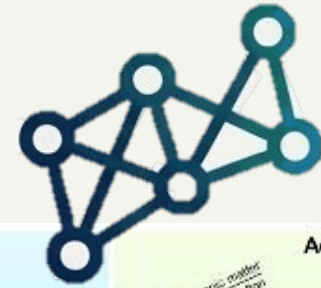
Objectif 1 : Quantifier le stress chimique cumulatif réel



Objectif 2 : Analyser la génétique du résistome



Objectif 3 : Étudier la résistance des bactéries cultivables (*Vibrio*)



Khalid N. et al., Environ. Pollut. 2021, 290, 118104.

Objectif 4:
Établir la corrélation entre l'exposition chimique intégrée et la résistance



Rôle des contaminants adsorbés à la surface des plastiques dans l'émergence et la dissémination de l'antibiorésistance au sein des populations de *Vibrio*

Mesurer l'exposition réelle

Approche classique d'étude de la qualité des eaux

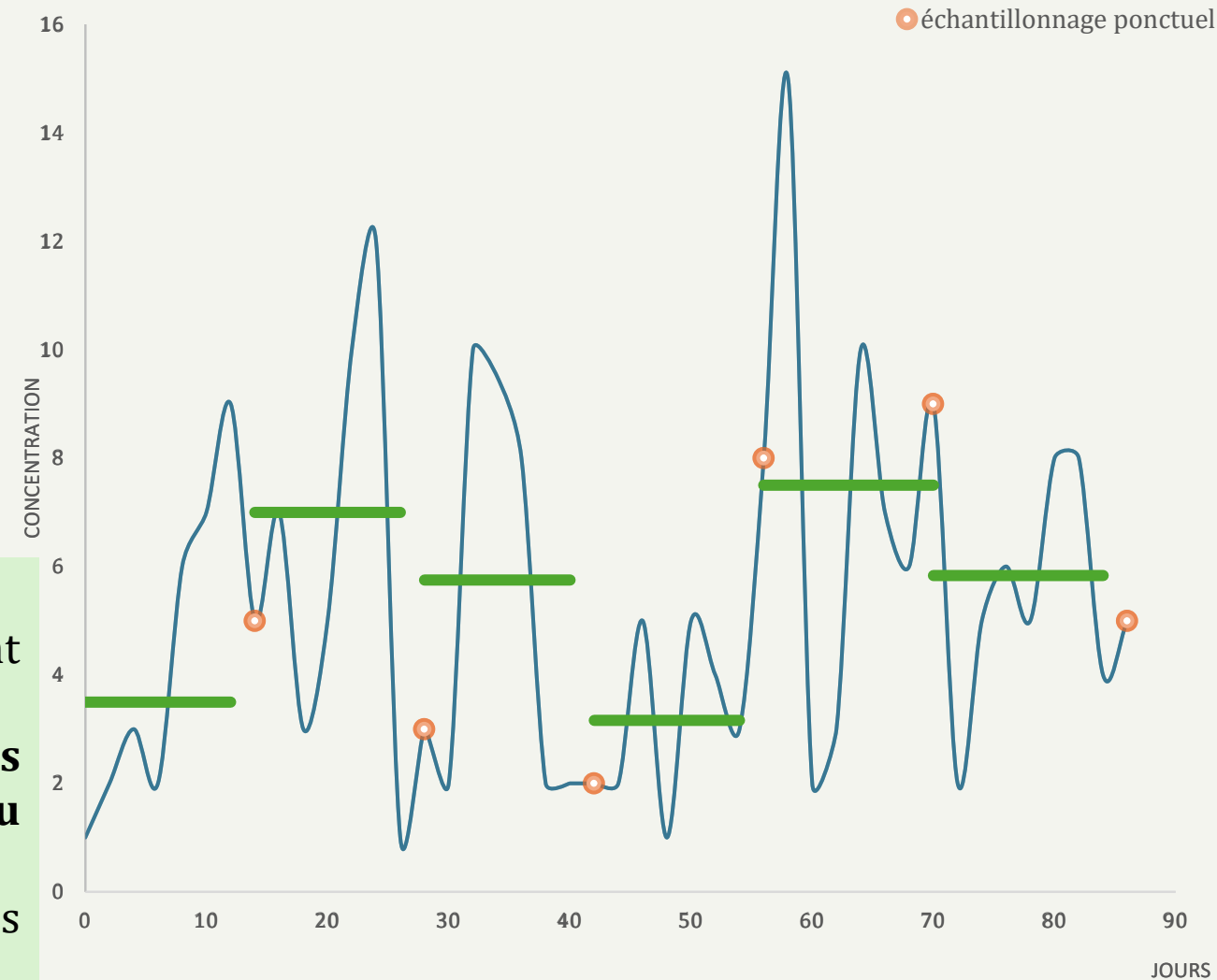
Échantillonnage ponctuel o

Limites

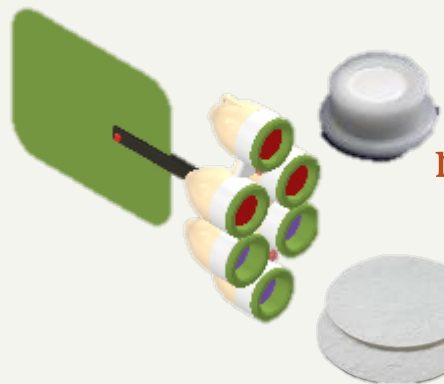
- Peu représentatif dans des systèmes **dynamiques**
- Ne prend pas en compte la **variabilité temporelle**
- N'informe pas sur la **biodisponibilité** et la **toxicité réelle** des contaminants

→ Ajout d'échantillonneurs passifs intégratifs

- Accumulation **continue** des contaminants durant l'immersion (jours → semaines)
- Obtention de **concentrations moyennes intégrées** dans le temps corrélable au développement du biofilm
- **Meilleure représentativité** de la variabilité des concentrations
- **Complémentarité** avec les prélèvements ponctuels



Mesure intégrée de l'exposition des biofilms aux contaminants



DGT LSNM-NP : éléments traces
métalliques (Cd, Co, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Zn...)

+

ePsom : membranes C18 : organoétains
(MBT, DBT, TBT)



Objectifs opérationnels

- Produire une série temporelle cohérente de l'exposition et obtenir des biofilms comparables entre sites
- Corrélation entre la dose chimique cumulée et la prévalence des gènes

- Déploiement de **supports plastiques neufs** (polyéthylène / polyamide) pour une **immersion contrôlée**
- **Développement maîtrisé de la plastisphère**, sans aléa lié au cycle de vie des déchets collectés
- **Décrochage des biofilms** par grattage puis vortex
- Obtention d'un **biofilm standardisé**, comparable entre sites et périodes d'immersion

DOCUMENTER LA COLONISATION MICROBIENNE ET CHIMIQUE SUR PLASTIQUES NEUFS EN ZONE HYPER-CONTAMINÉE PC4



Chiara Simoncelli , étudiante en Master
Master, Sciences de l'Eau, parcours
Contaminants eau et santé
20 avril au 17 juillet 2026



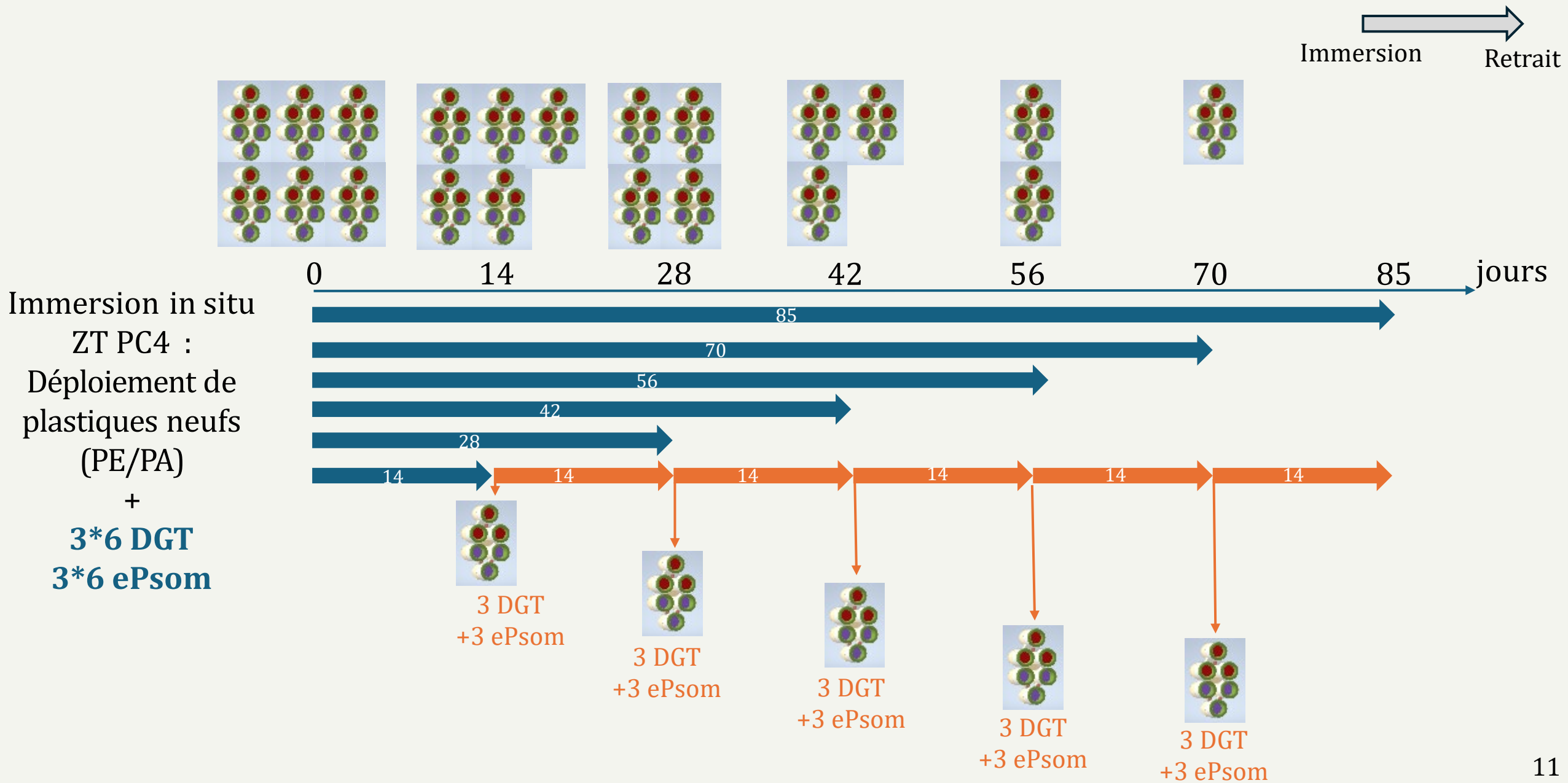
Cadre de l'immersion contrôlée

- **Suivi et mesures environnementales ponctuelles**
 - Mesures de température, pH, O₂, salinité
 - Prélèvements et analyses éléments traces et organoétains
- **Suivi et mesures environnementales continues**
 - Mesures de température et turbidité
 - **Dispositifs de prélèvement passif :**
Utilisation de ePsom pour micropolluants organiques et DGT pour espèces métalliques assimilables.

Procédure d'échantillonnage et standardisation du biofilm

- **Grattage contrôlé du biofilm**
protocole standardisé incluant un grattage précis sur surface PE/PA pour collecter le biofilm adhérent sans abîmer le polymère.
- **Homogénéisation et répartition des aliquotes**
suspension vortexée dans solution stérile isotonique, puis divisée en fractions pour microbiologie, chimie et caractérisation matricielle.
- **Mesures environnementales synchronisées**
Les paramètres physico-chimiques de l'eau sont relevés et synchronisés avec les données de suivi continu pour assurer une analyse temporelle précise.
- **Contrôle qualité et traçabilité**
Un contrôle de cohérence final vérifie masses, rendements et durées, avec archivage complet pour garantir un biofilm standardisé et fiable.

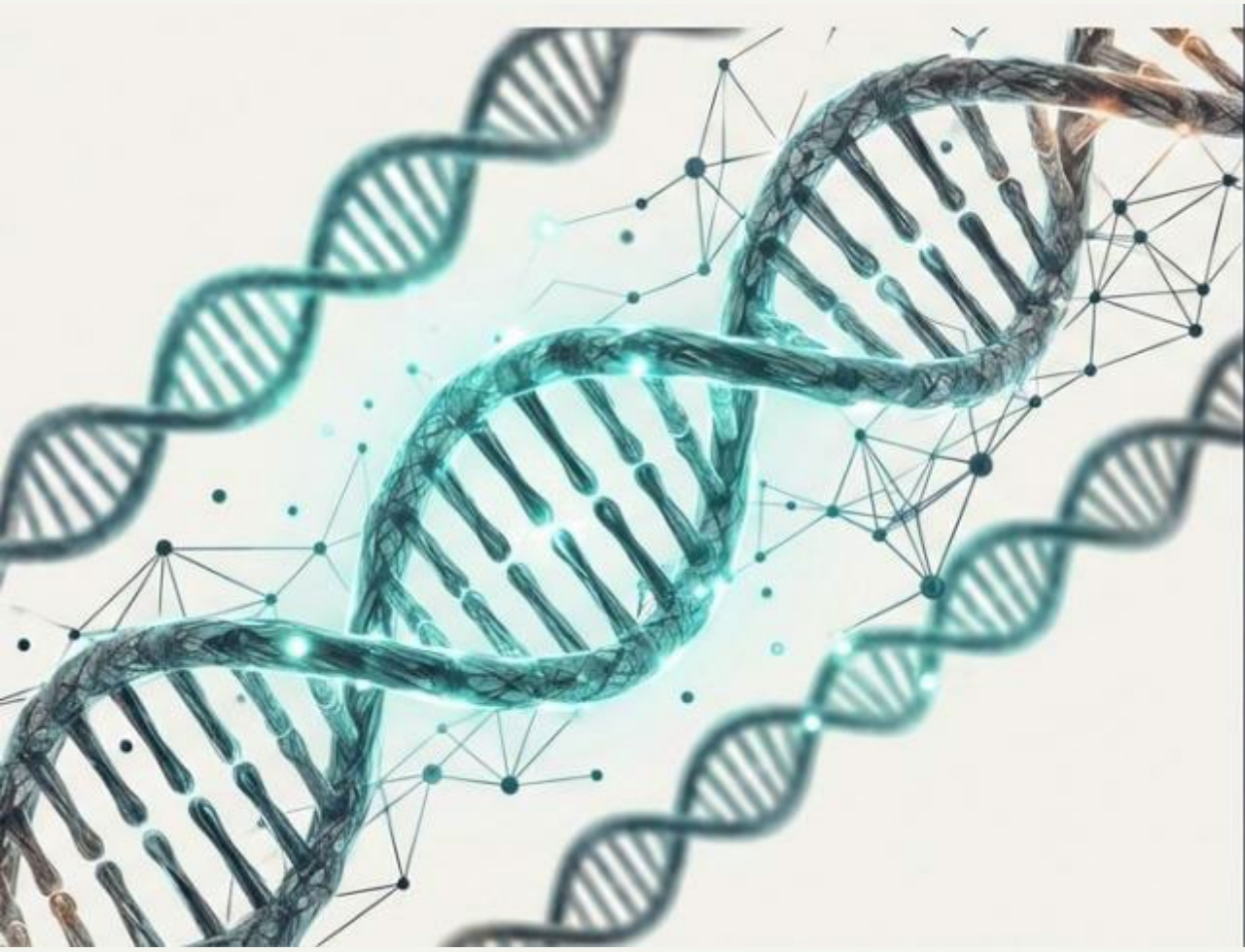
Chronogramme d'immersion in situ PC4 – Plastiques PE/PA, ePsom et DGT



Traquer la résistance au cœur de la plastisphère

L'approche moléculaire (Le Résistome)

- Traque des gènes émergents et des intégrons adaptatifs



L'approche culturelle :

- Focus sur les communautés de Vibrio.
- Sont-ils des "sanctuaires" pour l'antibiorésistance ?





SUITES ENVISAGÉES

Synergie entre les données scientifiques et les besoins concrets des gestionnaires



Cartographie opérationnelle : Identifier précisément les zones à haut risque (contaminants, antibiorésistance...) pour cibler les interventions



Stratégies Ports Propres : Fournir des arguments sanitaires documentés pour mieux encadrer les activités de carénage, la gestion des eaux usées ...



Etudier les acteurs et usagers du port

Questionnaires : évaluation du niveau de sensibilisation des plaisanciers : peintures AF et risques liés à la pollution plastique



Entretiens : professionnels du nautisme, gestionnaire ZT et agents de la capitainerie

Analyses : observation de la réalité des gestes d'entretien (carénage, gestion des déchets) : identification des freins socio-économiques aux alternatives durables