

AAP Transition en action 2020

PROJET POP Transition

Des polluants réglementaires aux polluants émergents Impact des politiques de gestion sur la transition écologique en zone littorale méditerranéenne

Porteur : L. Malleret, Co-porteur : P. Mirleau
Correspondants scientifiques des équipes : S. Ruitton, C. Barthélémy, J. Deter

P2 – Des polluants réglementaires aux polluants émergents – Impact des politiques de gestion sur la transition écologique en zone littorale Méditerranéenne



Accompagner la transition

- ❖ Occurrence des substances réglementées vs nouvelles ?
- ❖ Quels outils pour une surveillance intégrative (expo/effet/sociétale) ?
- ➡ Données pour aider à évaluer bénéfices/coûts des réglementations récentes

Accompagnement nécessairement évolutif

- Priorisation des substances
- Sites pertinents
- Outils de surveillance et de diagnostic

Pour quelles transitions? La prise en compte des connaissances, des représentations sociales de la nature est fondamentale pour comprendre les rapports sociaux à l'environnement et si nécessaire, les orientations à prendre en termes de transition environnementale.

P2 – Des polluants réglementaires aux polluants émergents – Impact des politiques de gestion sur la transition écologique en zone littorale Méditerranéenne



Accompagner la transition

- ❖ Occurrence des substances réglementées vs nouvelles ?
- ❖ Quels outils pour une surveillance intégrative (expo/effet/sociétale) ?
- ➡ Données pour aider à évaluer bénéfiques/coûts des réglementations récentes



A*Midex
Initiative d'excellence Aix-Marseille

Institut Méditerranéen pour la Transition Environnementale
Aix - Marseille Université

POP-Transition

ECCOREV
ECOSYSTEMES CONTINENTAUX ET RISQUES ENVIRONNEMENTAUX

LabEx DRIIHM
INVESTISSEMENTS D'AVENIR

BFR-EnviPech

BFR-Med

CNRS

Thèse
C. Rigal
(2021-...)

Post-Doc
N. Sarkis
(2022-23)

P2 – Des polluants réglementaires aux polluants émergents – Impact des politiques de gestion sur la transition écologique en zone littorale Méditerranéenne

Ecologie
Effets
Biodiversité

➔ **Socio- Ecosystème côtier:**
Posidonia oceanica → Pêcheur



Pourquoi la posidonie ? Nombreux services écosystémiques

Et économiques: 30 à 40% des prises de pêche

Pourquoi les pêcheurs? Ont un usage du milieu naturel, une expérience en lien avec des connaissances potentielles du littoral

Approche socio-éco-systémique

Sociologie
Conséquence sur la pêche

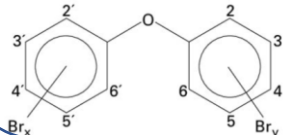
Chimie
Exposition
Ecodynamique
Qualité

Commune	Nom du site	Abréviation	Anthropisation
Fos sur Mer	Mate de St Gervais	FOS	Port / Industries
Martigues	La Couronne (Beaumaderie)	COU	Sain
Le Rove	Niolon	NIO	Emissaire STEP
Marseille	L'Estaque (Corbière)	EST	Port / Ville
	Frioul	FRI	Ville
	Degaby	DEG	Ville
	Samena (Cal. du Mauvais Pas)	SAM	Passé industriel (Pb)
	Maïre MFN (Passe)	MAI	Sain
	Plateau des Chèvres	CHE	Emissaire STEP
	Riou	RIO	Sain ?
Veyron	VEY	Sain	

➔ **Substances réglementées et émergentes à effet retardateur de flamme (FR)**

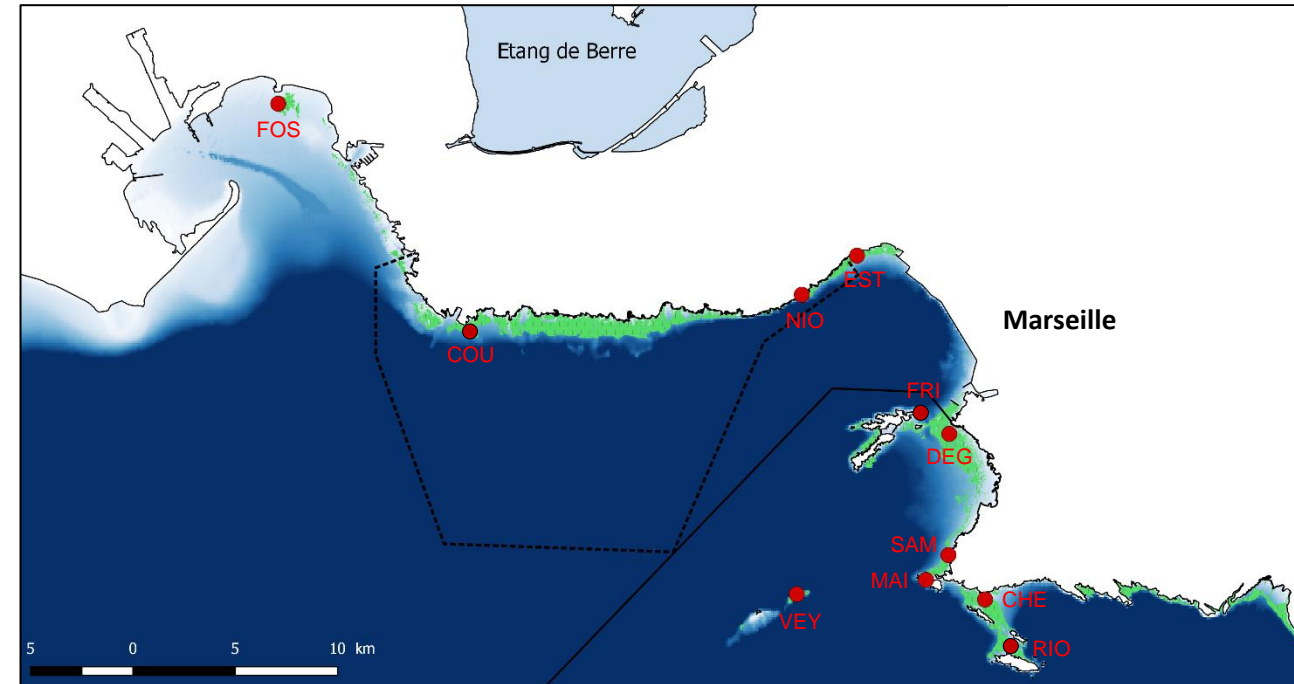
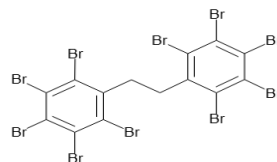
SCCPs

PBDEs : Près de 2.10^6 T 1970 –



MCCPs

DBBPE: $10-100.10^3$ T



➔ A définir : Stations Delta du Rhône

Projet POP Transition

- ❑ *Evaluer la contamination de la façade Méditerranéenne par les BFR prioritaires orphelins et émergents,*
- ❑ *Etudier les impacts sur l'habitat côtier, sur l'écosystème benthique et sur la ressource halieutique,*
- ❑ *Appréhender les conséquences sur la pêche.*

WP0 : Gestion/Coordination de projet (L. Malleret, P. Mirleau)

WP 2 : Campagne en mer sur littoral méditerranéen des Calanques au delta du Rhône
(P. Mirleau, IMBE/MIO/MARBEC/LCE + OSU Pytheas + Andromède océanologie)
2 campagnes s'étalant sur 2 mois/an, à mois 9-10, 12-13, 21-22, 24-25



WP3 : Etude de la contamination chimique et de l'état écologique

(L. Malleret/P. Mirleau, IMBE/LCE/MIO/MARBEC)
2 séquences d'analyses et exploitation des données sur 6 mois, démarrant à mois 11 et mois 20



WP4 : Etude sociologique du lien entre pêche et qualité du milieu
(C. Barthélémy, LPED/MIO/IMBE/LCE)
mois 6-18



WP1 : Développement méthodologique et analytique en laboratoire pour l'échantillonnage eau et l'analyse des BFR et des NBFR dans les matrices sédiments et biote (dont épiphytes/épibiontes)
(L. Malleret, Doc LCE, 0-12)



WP 5 : Valorisation, liens entre contamination chimique et qualité écologique à différentes échelles, regard croisé avec la sociologie (Tous, mois 15-36)

BUDGET GLOBAL DU PROJET = 240 k€

ITEM 210 k€ (Doc + Post-Doc + fonctionnement 40 k€) + Autres projets 30 k€ (fonctionnement + stage M2, Labex DRIIHM + ECCOREV)

**WP1 : Développement
méthodologique et analytique en
laboratoire pour l'échantillonnage
eau et l'analyse des BFR et des NBFR
dans les matrices sédiments et biote
(dont épiphytes/épibiontes)**

**WP3 : Etude de la contamination
chimique et de l'état écologique**

2 séquences d'analyses et
exploitation des données sur 6 mois,
démarrant à mois 11 et mois 20

- ➡ Constantes clés pour l'échantillonnage passif par silicone (Ds, Ksw, Rs)
Pour BDE et HBCCDD et pour paraffines chlorées
Godere et al, Chemosphere, 2022
- ➡ Modèles prédictifs pour ces constantes ??
- ➡ Biblio pour la sélection des retardateurs émergents → C. Rigal

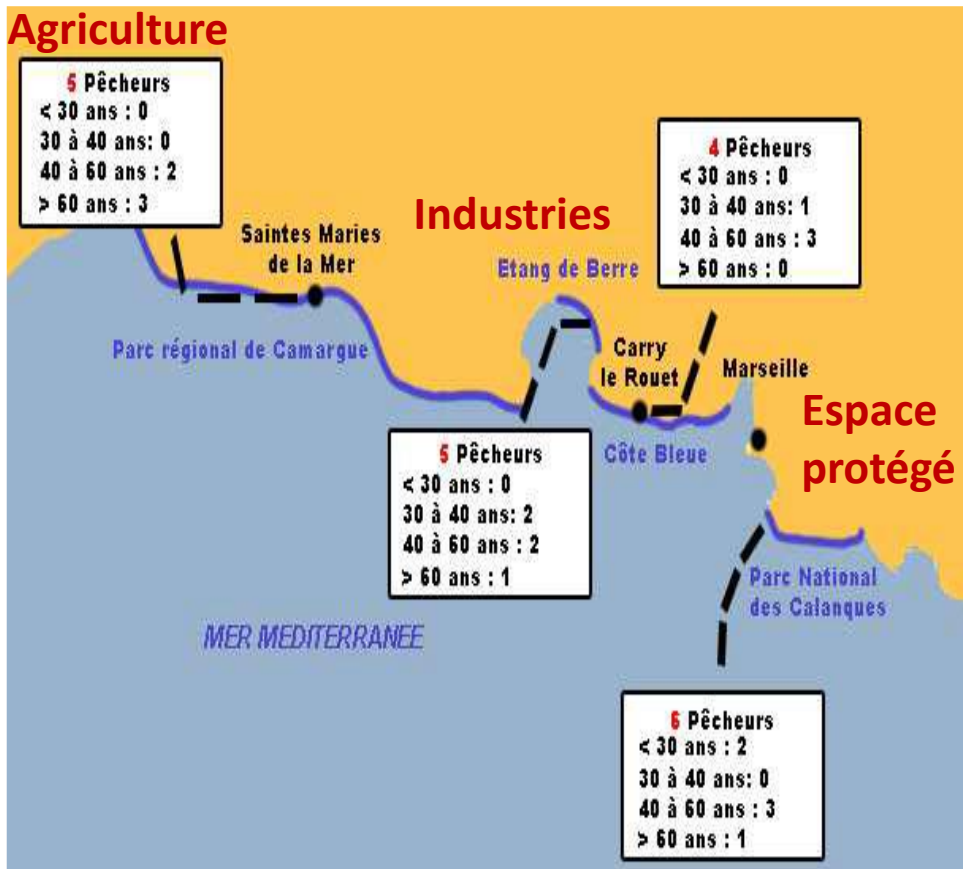
- ➡ Données déjà acquises (T°C, lumière, métaux ...)
- ➡ En lien avec les communautés d'épiphytes
→ N. Sarkis
- ➡ Campagnes poursuivies et ajout matrice sédiments

WP4 : Etude sociologique du lien entre pêche et qualité du milieu

(C. Barthélémy, LPED/MIO/IMBE/LCE) mois 6-18

- Représentation commune à tous les pêcheurs rencontrés : **Diminution générale de la taille et de la quantité des poissons**
- Limiter les zones de pêches est jugé utile pour la protection des espèces / le problème de la qualité des eaux est principalement dû aux pollutions chimiques et n'est pas dû aux pratiques de pêche.

Pré-enquête à consolider



Camargue : dorade, loup, congre, sar, muge
Pesticides, insecticides et PCB
Rhône – pêche au chalut et changement climatique

Côte Bleue : thon, rascasses, sars, dorades, loups
Protégé/pollution de Fos/Berre mais mêmes évocations

Marseille/PNC : dorade, loup, congre, sar, mostelles.
Boues rouges / Cortiou / arsenic, perturbateurs endocriniens, hydrocarbures
Zones de réserves utiles, Fréquentation du parc problématique

Berre : anguille, sole, loup, dorade
Pollution globale (industrie, pesticides, urbanisation, PCB Rhône, eaux de la Durance)

Lien fort entre l'espace de pêche et la localisation de l'origine des pollutions
Pas d'évocation des **retardeurs de flamme bromés (BFR)** mais **d'autres micro-polluants sont connus** et cités : PCB (crise du Rhône?), arsenic, perturbateurs endocriniens, hydrocarbures

WP4 : Etude sociologique du lien entre pêche et qualité du milieu
(C. Barthélémy,
LPED/MIO/IMBE/LCE) mois 6-18

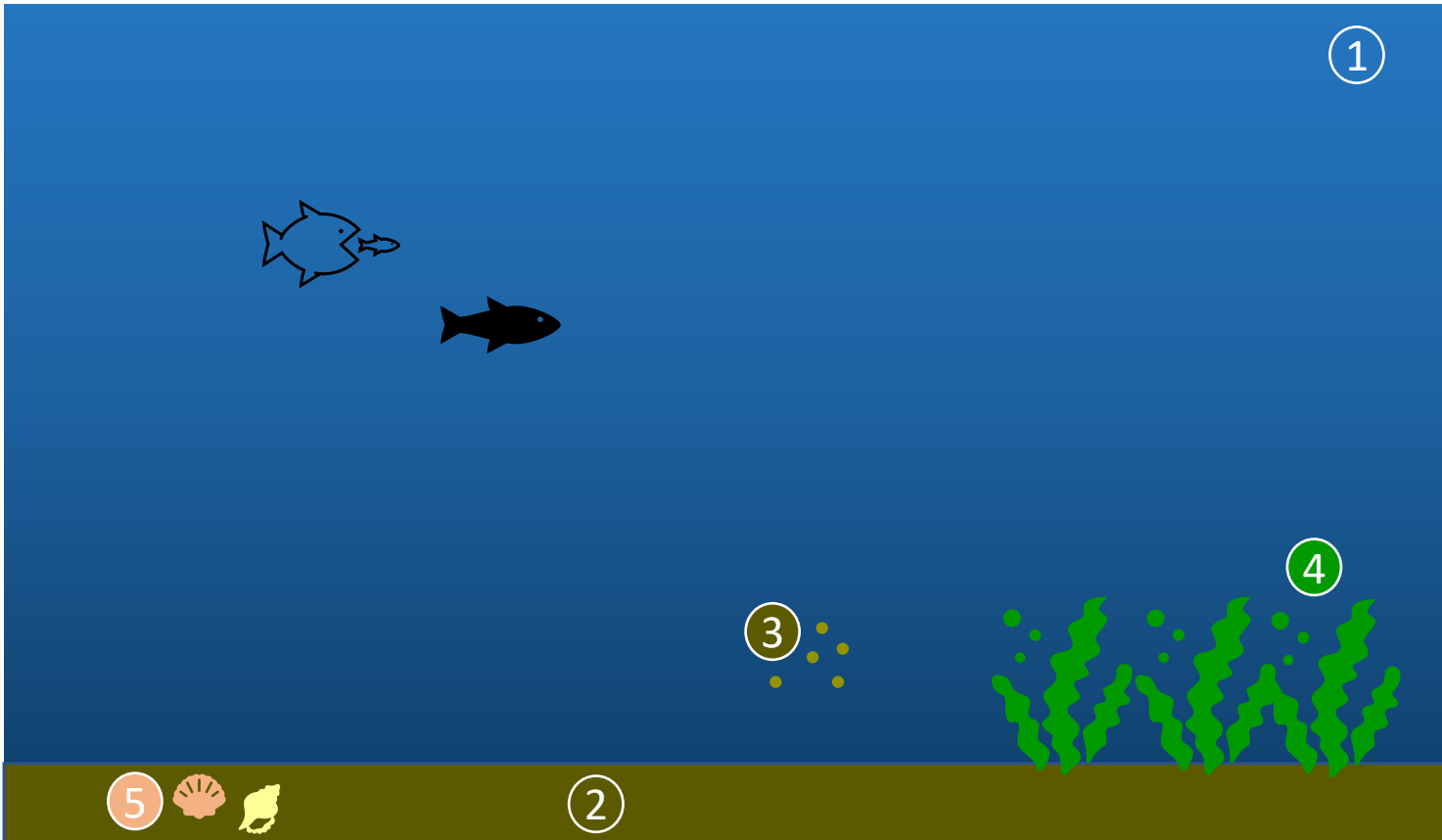
Lien fort entre l'espace de pêche et la localisation de l'origine des pollutions

Pas d'évocation des **retardeurs de flamme** bromés (BFR) **mais d'autres micro-polluants sont connus** et cités : PCB (crise du Rhône?) , arsenic, perturbateurs endocriniens, hydrocarbures

Perspectives

- Continuer l'enquête pour affiner **l'étude des connaissances des types de polluants / la circulation de ces connaissances** (médias, interconnaissance, associations de pêcheurs...)
- Dépôt d'un projet Fondation de France Littoral sur la pêche amateur à « urbaine » à Marseille : approche historique (D.Faget), sociologique (C.Barthélémy) et dialogue avec la chimie (L.Malleret) Projet amorcé

Étude des retardateurs de flamme bromés dans différentes matrices environnementales



Objectifs

- * Réaliser un screening des BFRs réglementés et émergents présents en Méditerranée et observer ainsi l'impact des réglementations
- * Étudier les différents compartiments environnementaux pour comprendre la répartition des contaminants

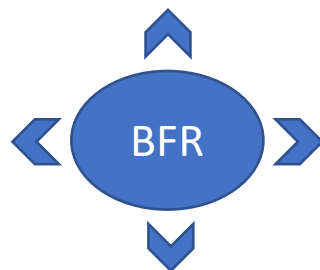
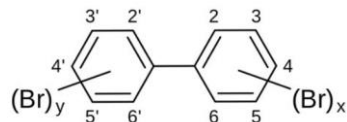
Enjeux analytiques majeurs

- * Mise en place d'une stratégie d'échantillonnage passif
- * Développement de méthodes analytiques (LC-MS/MS et GC-MS)

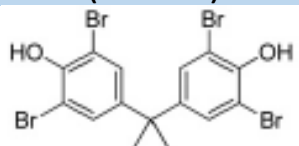
- 1 Eau
- 2 Sédiments
- 3 Matières en suspension (MES)
- 4 Posidonies + Epiphytes
- 5 Biote

Les retardateurs de flamme bromés réglementés

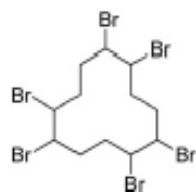
Biphényles polybromés
(PBB)



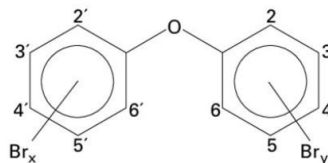
Tétrabromobisphénol A
(TBBPA)



Interdit (convention de Stockholm)
Hexabromocyclododécane
(HBCDD)



Interdit (convention de Stockholm)
Pentabromodiphényl éthers
(PBDE)



PBDEs

→ 209 congénères théoriques
→ 8 réglementés : 28, 47, 99,
100, 153, 154, 183, 209

TBBPA

→ Toujours en circulation, 10000
à 100000 t/an produites ou
importées en Europe

HBCDD

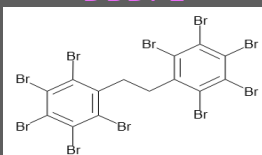
→ 3 isomères dans le mélange
commercial : γ (75-89%) ; α (10-
13%) ; β (1-12%)

PBBs

→ 209 congénères théoriques
→ 3 principaux : 153, 101, 52

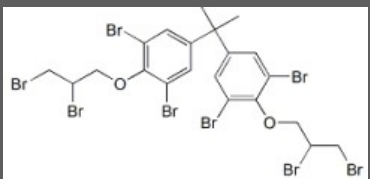
10 000 – 100 000 tonnes

DBDPE

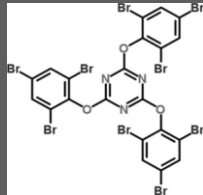


1 000 – 10 000 tonnes

TBBPA-DBPE

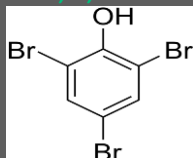


TTBP-TAZ

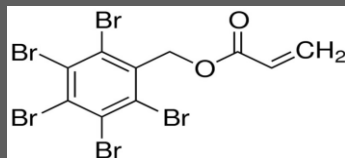


100 – 1 000 tonnes

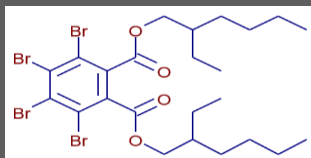
2,4,6-TBP



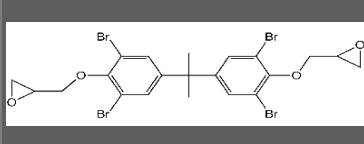
PBB-Acr



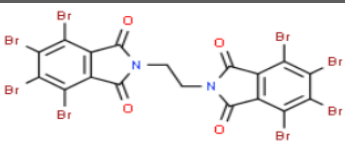
TBPH



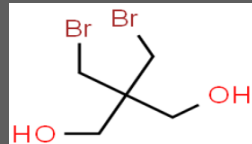
TBBPA-BGE



EHTEBPI

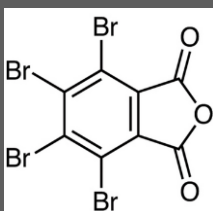


DBPT

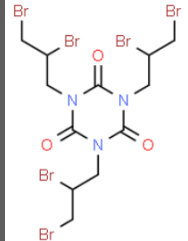


10 – 100 tonnes

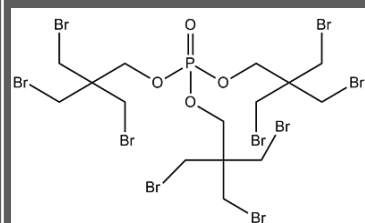
TBPA



TDBP-TAZTO



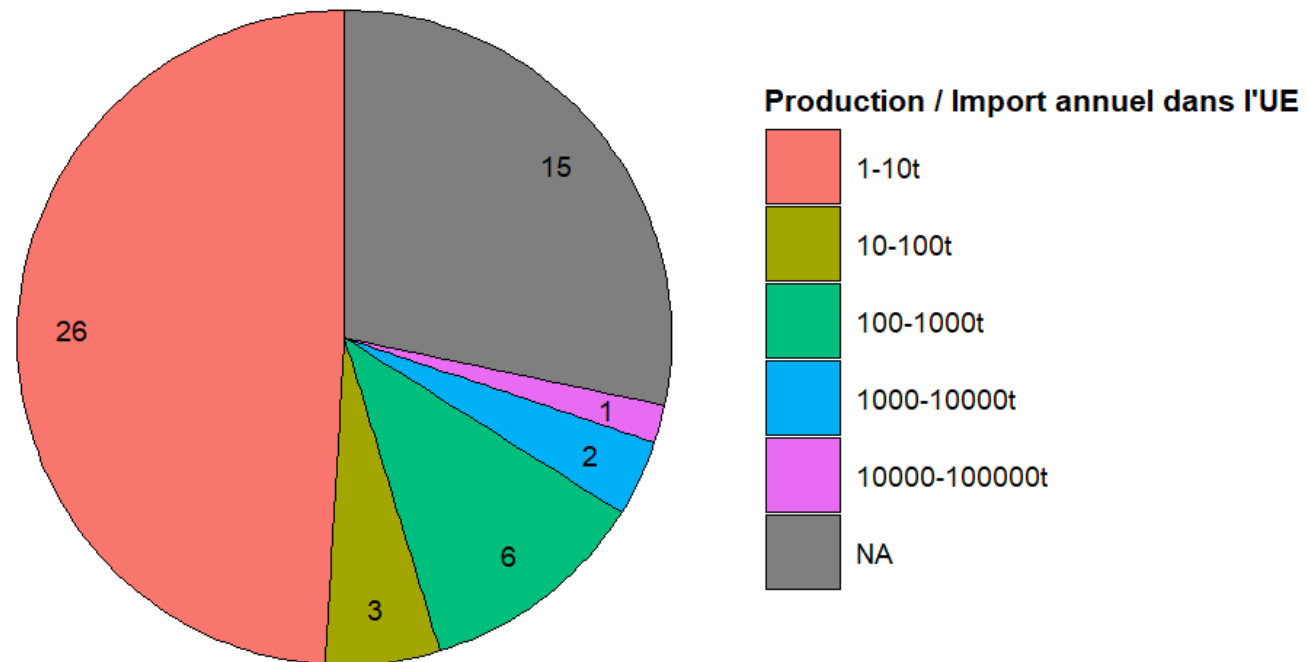
TTBNPP



Des retardateurs de flamme bromés émergents

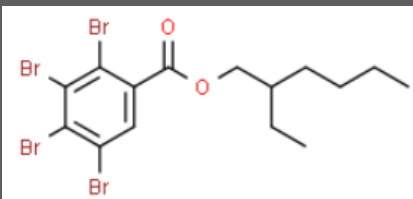
Critère de sélection n°1 : Production et import dans l'Union Européenne

Tonnages produits/importés dans l'UE par an

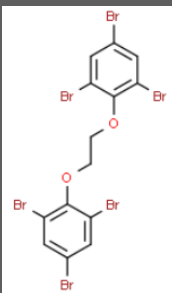


D'après le site de l'ECHA (European Chemical Agency) : <https://echa.europa.eu/>

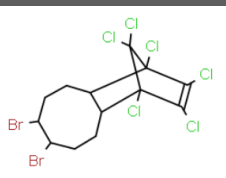
EH-TBB



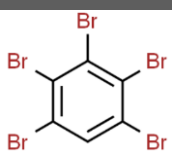
BTBPE



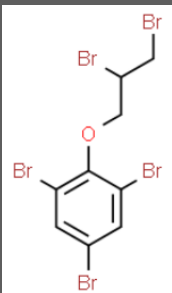
HCDBCO



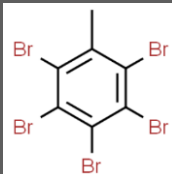
PBBz



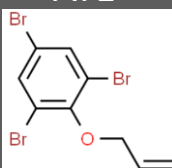
DPTE



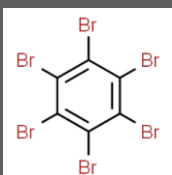
PBT



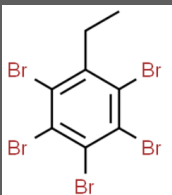
ATE



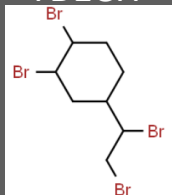
HBB



PBEB



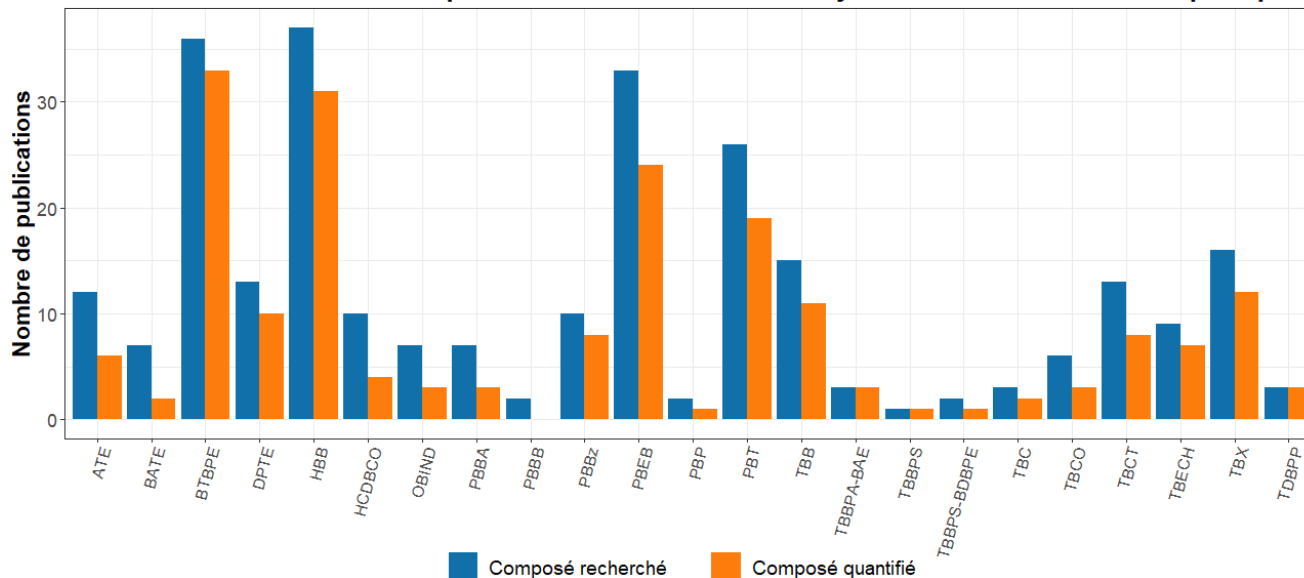
TBECH



Des retardateurs de flamme bromés émergents

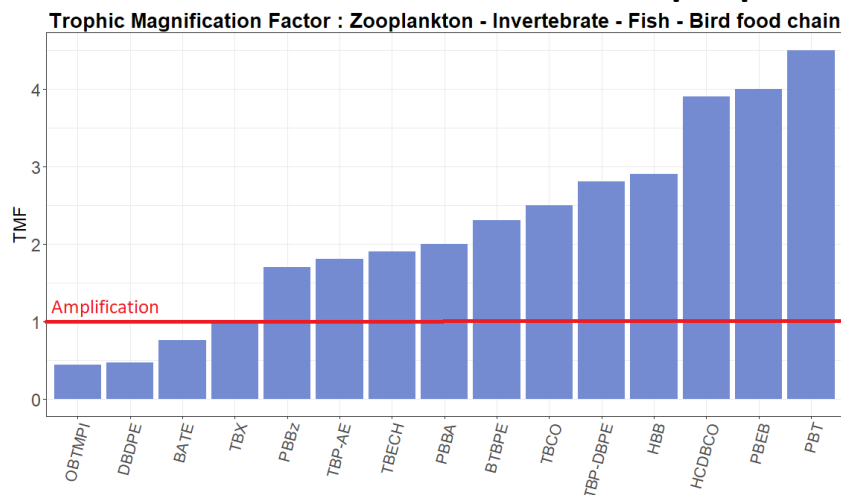
Critère de sélection n°2 : Étude bibliographique – Occurrence et risque environnemental

Bibliométrie : Etude de 60 publications traitant de l'analyse de nBFRs en milieu aquatique



Dont 5 études en France, en Espagne ou en Italie :
 Composés détectés → DBDPE, BTBPE, HBB, OBIND, PBBz, PBEB, PBT, TBCT, TBX

Évolution au sein de la chaîne trophique



Toxicité avérée sur des espèces aquatiques

Exemple : TBECH (1,2-dibromo-4-(1,2-dibromoethyl)cyclohexane)

- Danio rerio : activité androgène, éclosion retardée, mortalité juvénile, anomalies morphologiques, immunotoxicité, etc.
- Truite juvénile : perturbation de l'axe thyroïdien

(Sources : Hou R, Lin L, Li H, et al (2021) : [10.1016/j.watres.2021.117168](https://doi.org/10.1016/j.watres.2021.117168))
 Xiong P, Yan X, Zhu Q, et al (2019) : [10.1021/acs.est.9b03159](https://doi.org/10.1021/acs.est.9b03159))⁵

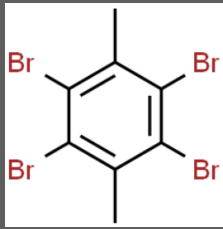
(Source : Liu Y, Cui S, Ma Y, et al (2021) : [10.1016/j.scitotenv.2021.145036](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145036))

Des retardateurs de flamme bromés émergents

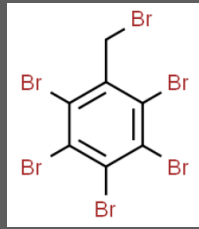
Critère de sélection n°3 - *Pour un screening environnemental plus complet*

Autres nBFRs parfois détectés dans les études environnementales et possédant des propriétés proches de ceux déjà sélectionnés

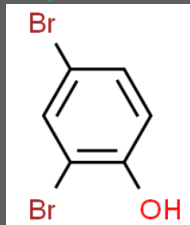
TBX



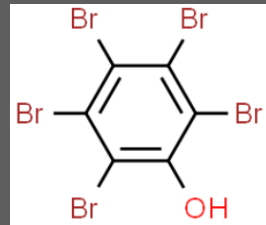
PBBB



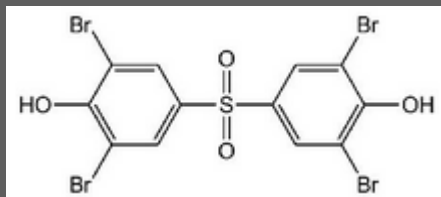
2,4-DBP



PBP



TBBPS



Bromobenzènes

Composés analysés similaires :
PBBs, DBDPE, HBB, PBBz, PBT, PBEB



Bromophénols

Composés analysés similaires :
2,4,6-TBP, TBBPA

Démarche

Quels sont les liens entre conditions environnementales et assemblages épiphytes des feuilles de *Posidonia oceanica* ?

Variables environnementales

- Température de l'eau
- Indicateurs de biofouling
- Morphométrie des faisceaux
- Indices d'herbivorie
- Masses des dépôts sédimentaires
- Métaux dans les sédiments
- Métaux dans les épiphytes
- Métaux dans les feuilles de *Posidonia oceanica*
- POPs dans les sédiments
- POPs dans les épiphytes
- POPs dans les feuilles de *Posidonia oceanica*



Variables biologiques des assemblages

- Densité d'épiphytes
- Structure et composition des assemblages d'épiphytes



Démarche

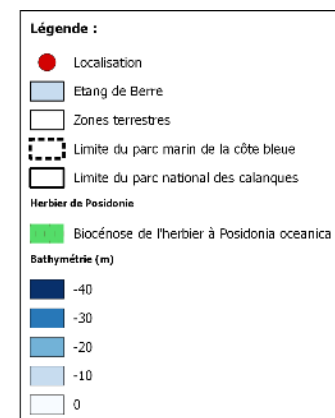
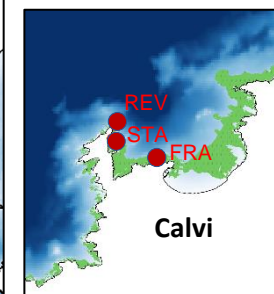
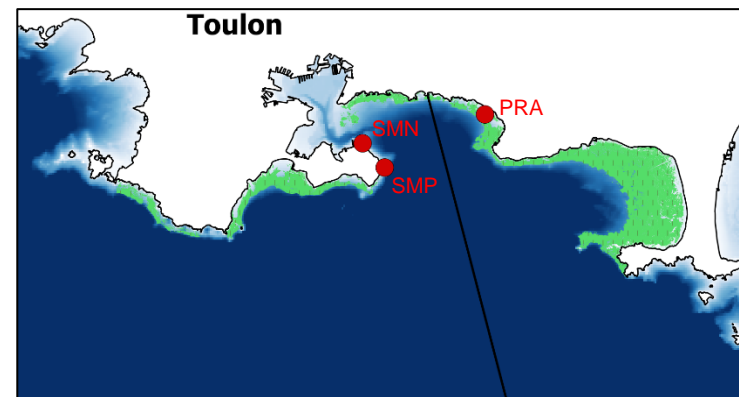
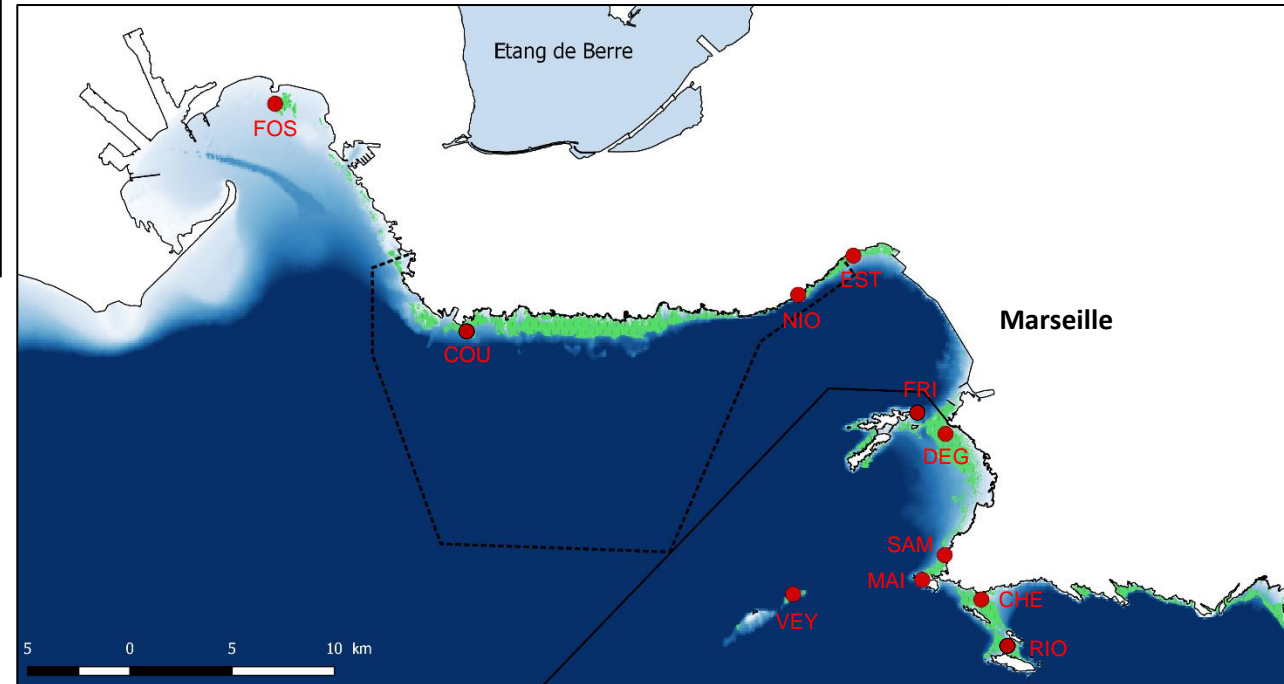
17 sites de mesure (campagnes de 2017 à 2021)

Contextes : Rejets de stations d'épuration ; ports ; industries ; pollution ; naturels



Mesures sur sites par :

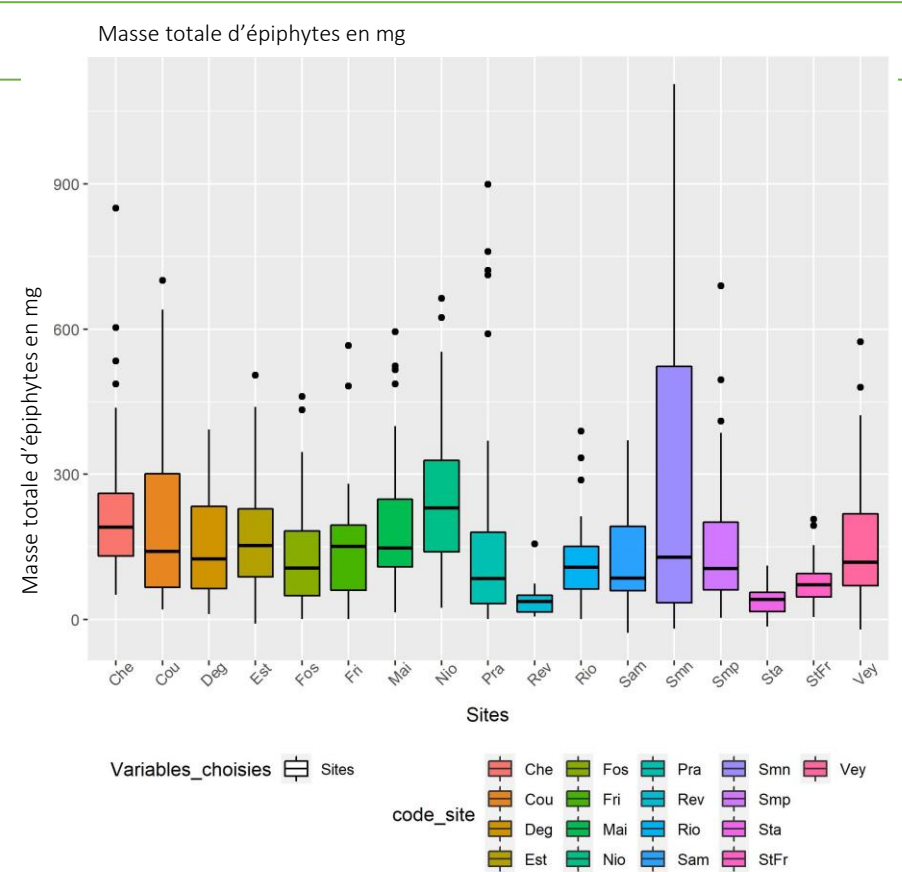
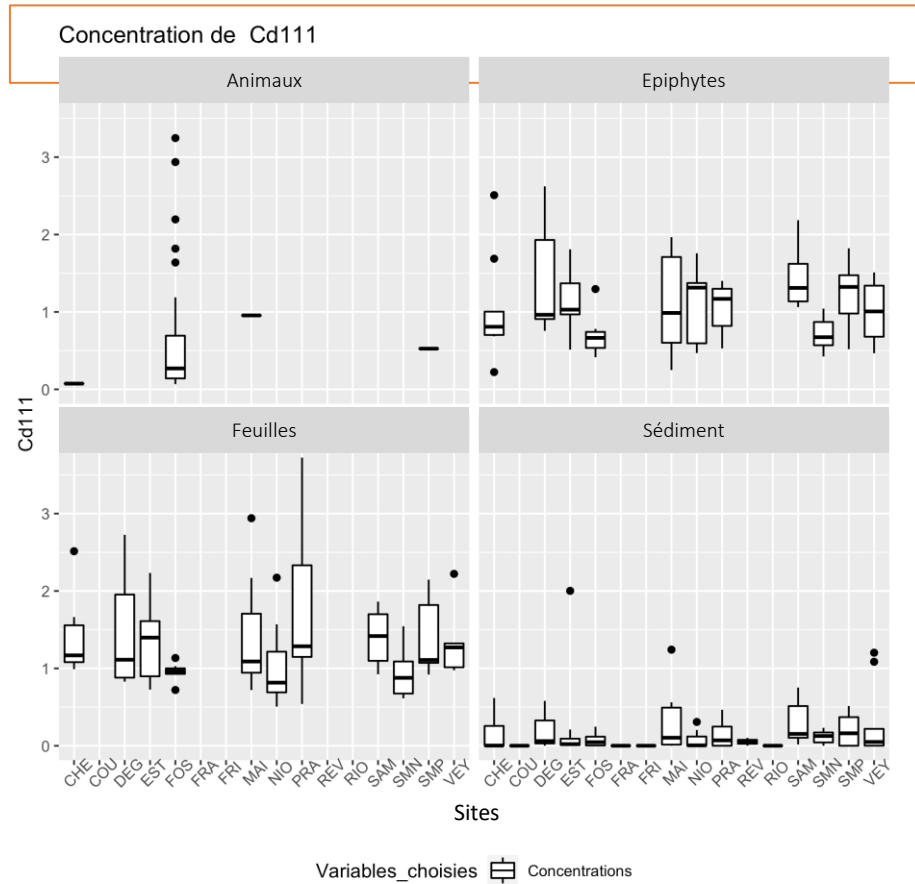
- Pièges à particules
- Capteurs
- Etc.



Démarche

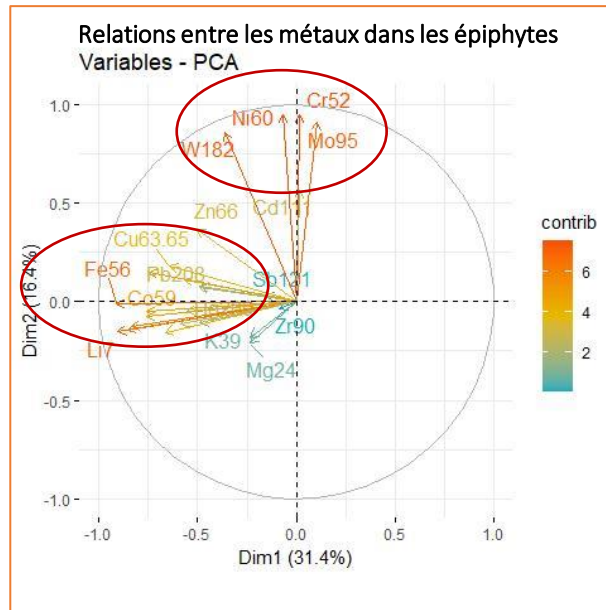
☐ Centralisation des données en une base de données

☐ Analyses univariées pour chaque métrique au niveau de chaque site



Démarche

☐ Analyses multivariées



Finalisation de ces analyses en incluant toutes les variables

☐ Analyse bibliométrique sur l'impact des polluants sur la biodiversité en Mer Méditerranée