

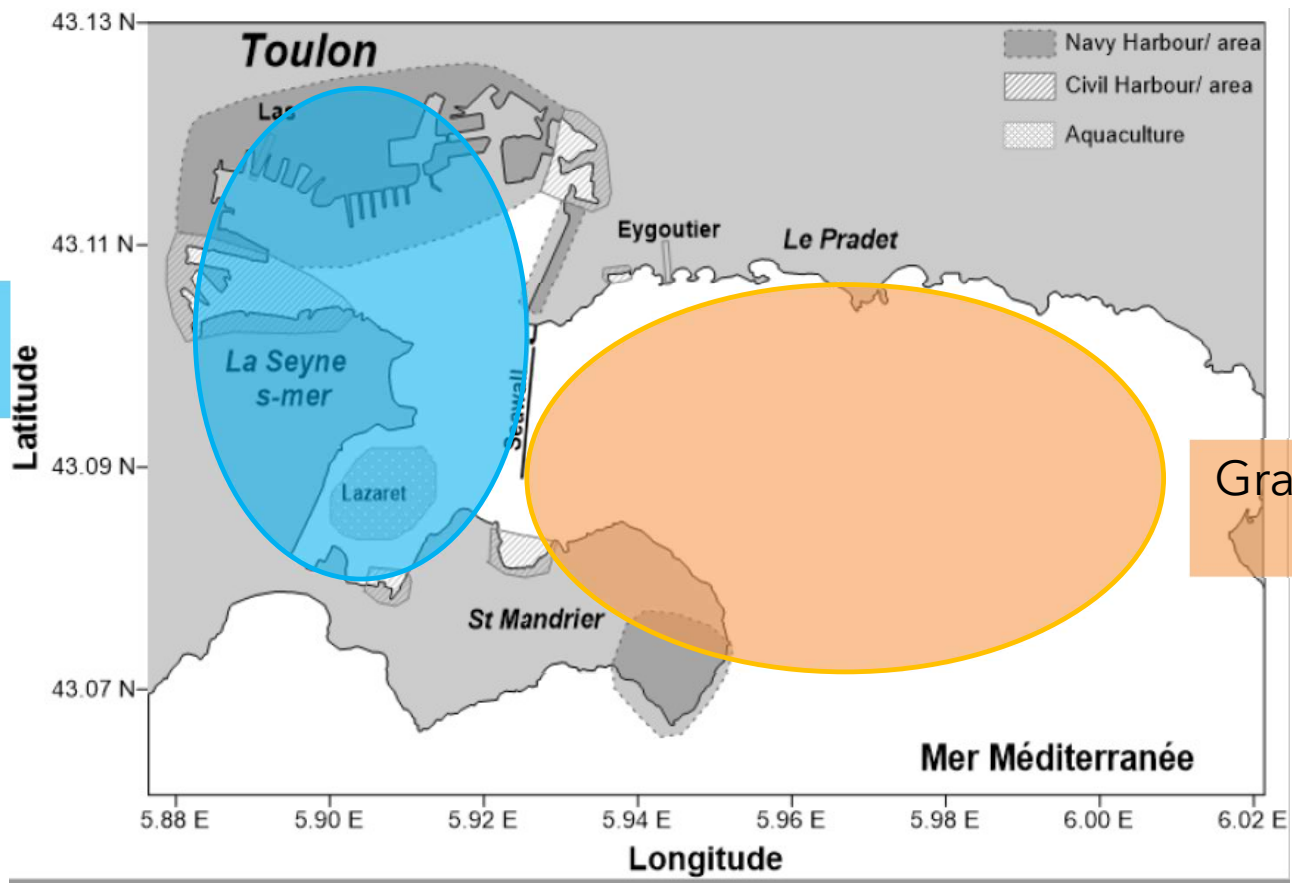
# le port de Toulon et le projet GEREMIA

V. Lenoble, S.Mounier, B.Misson, C. Branger, Y. Ourmières,  
H. Brisset, A. Margailan, J.Tesan, S.D'Onofrio, K. Djaoudi, C.  
Dignan, A. Sala, N. Layglon, C. Pages, Y. Lallaizon, N. Gallois,  
R. Dhommée, E. Pasero, L. Rodrigues, T.T.H. Phan

# Implication de l'Université de Toulon

- => État des lieux de la contamination en Cu
- => Détermination du Cu relargué par les peintures anti-fouling
- => Modélisation de la circulation des masses d'eaux
- => Étude de la prise en charge de la matière organique en zone portuaire
- => Développement de capteurs spécifiques au Cu

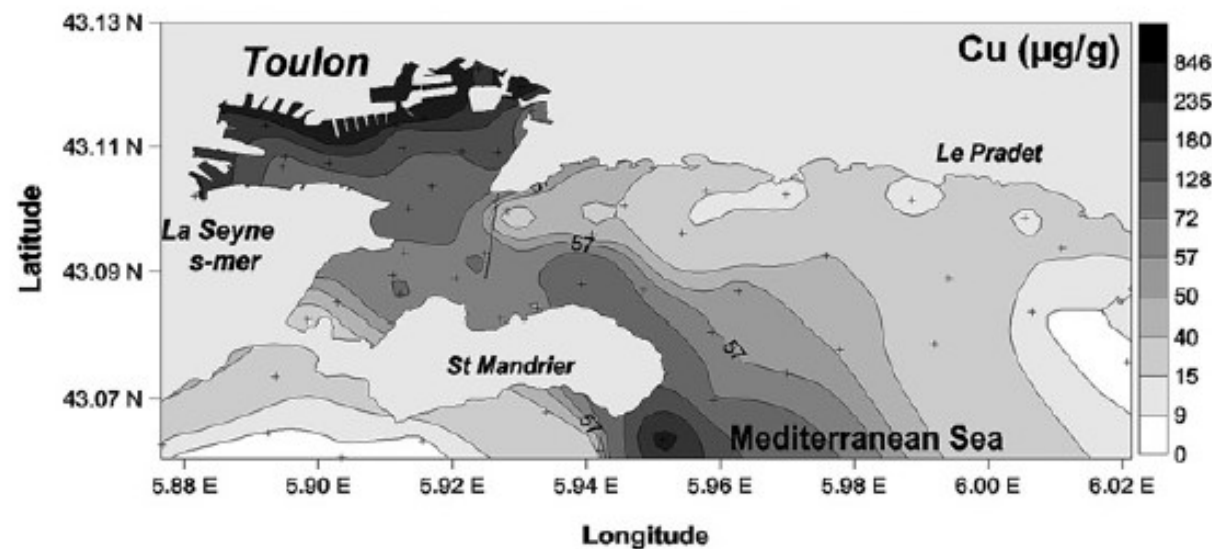
# Le port de Toulon



Petite Rade (PR)

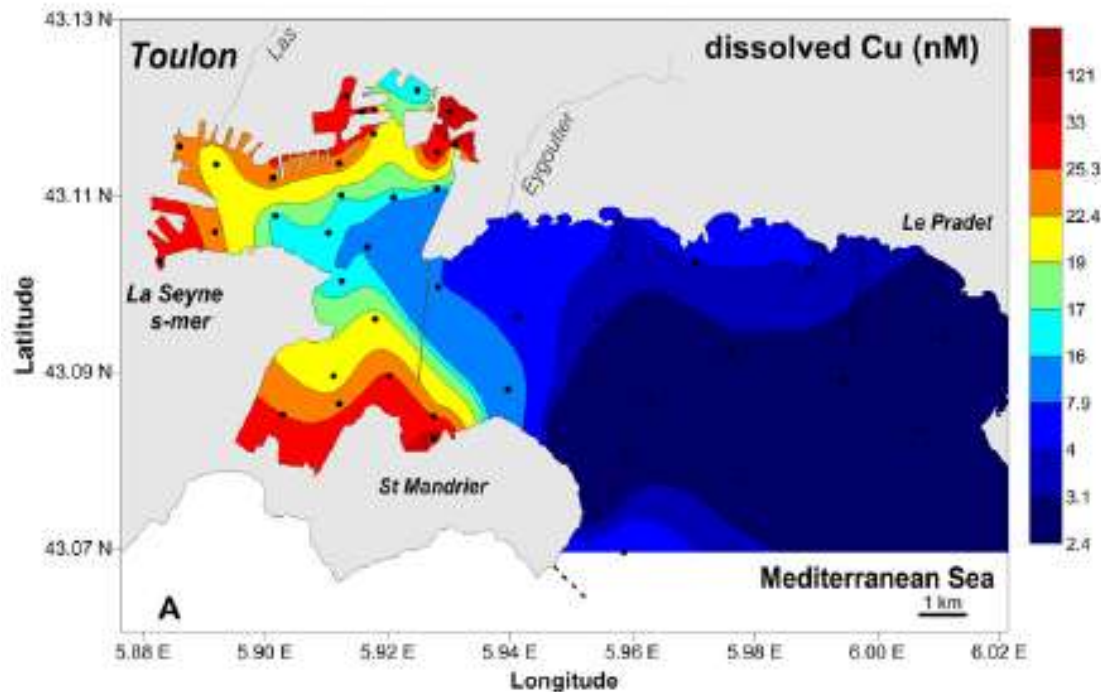
Grande Rade (GR)

# Le port de Toulon



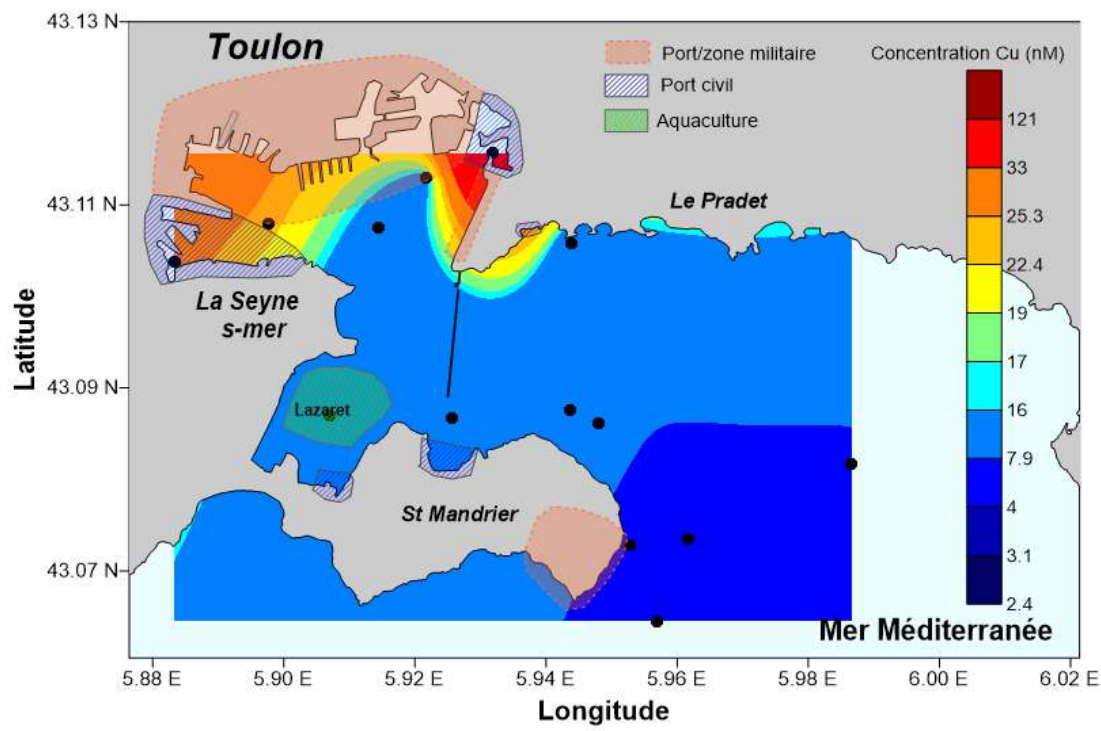
=> Sédiment  
(nov 2008)

Tessier E., Garnier C., Mullot J.-U., **Lenoble V.**, Arnaud M., Raynaud M., **Mounier S.** (2011) Study of the spatial and historical distribution of sediment inorganic contamination in the Toulon Bay (France). *Marine Pollution Bulletin* 62, 2075-2086.

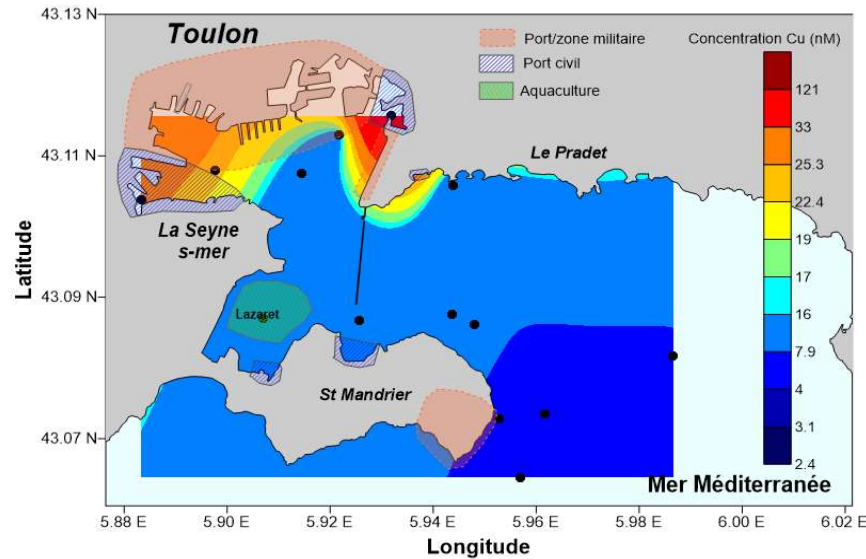
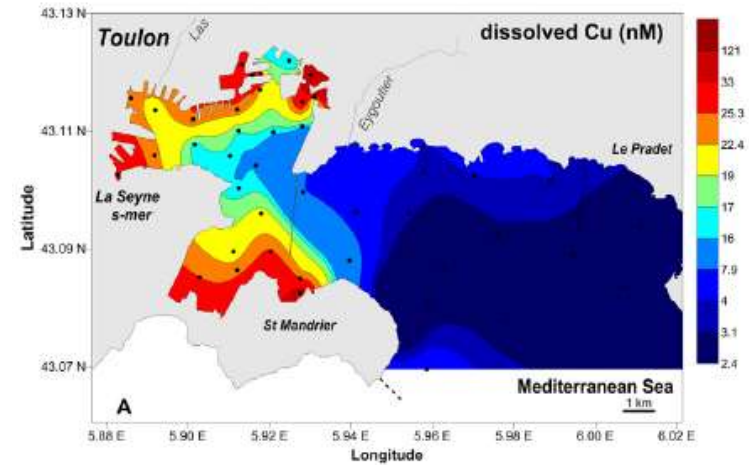
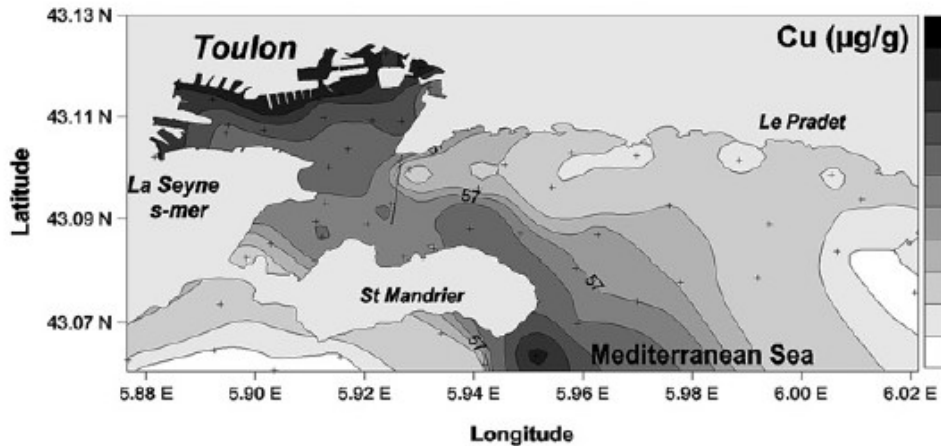


=> Mapping  
(février 2015)

Coclet C., Garnier C., Delpy F., Jamet D., Durrieu G., Le Poupon C., Mayer M., **Misson B.** (2018) Trace metal contamination as a toxic and structuring factor impacting ultraphytoplankton communities in a multicontaminated Mediterranean coastal area, *Progress in oceanography* 163, 196-213

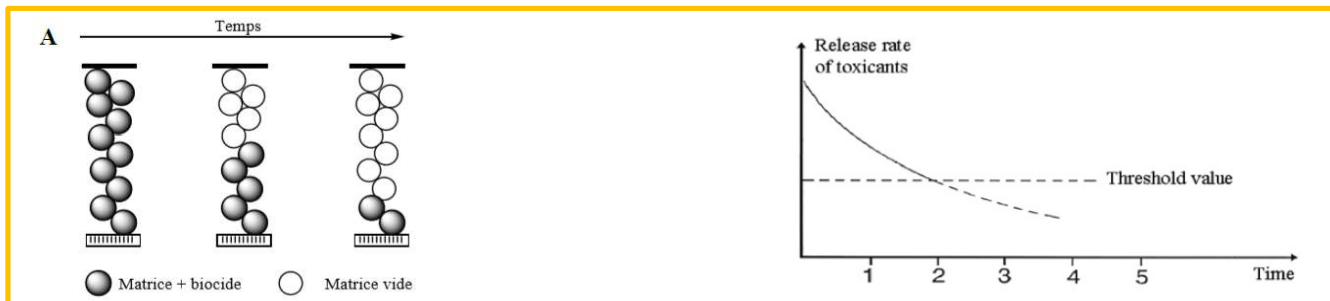


=> Mapping  
GEREMIA  
(mars 2019)

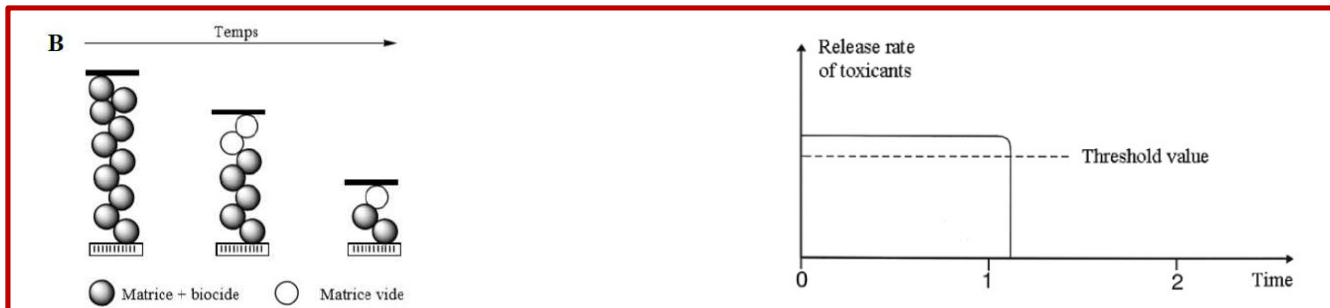


=> Plus forte contamination en zones portuaires

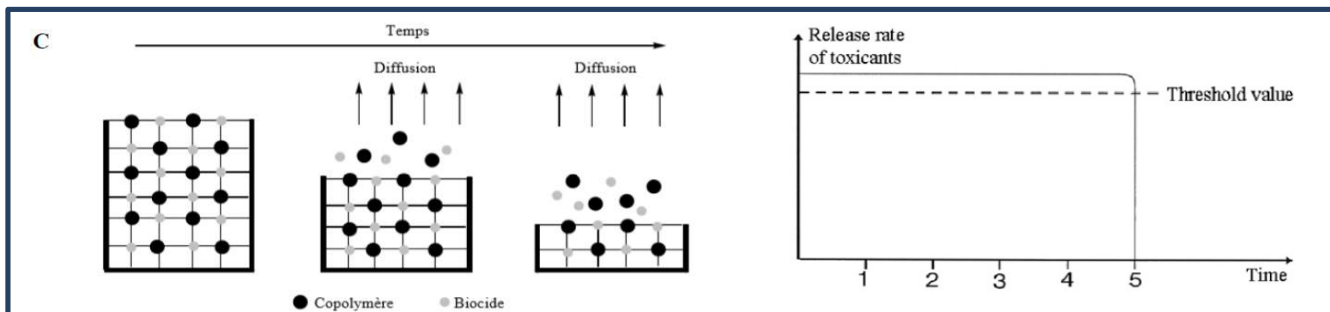
# Rôle des peintures antifouling?



**Matrice dure (MD) :**  
Diffusion du biocide



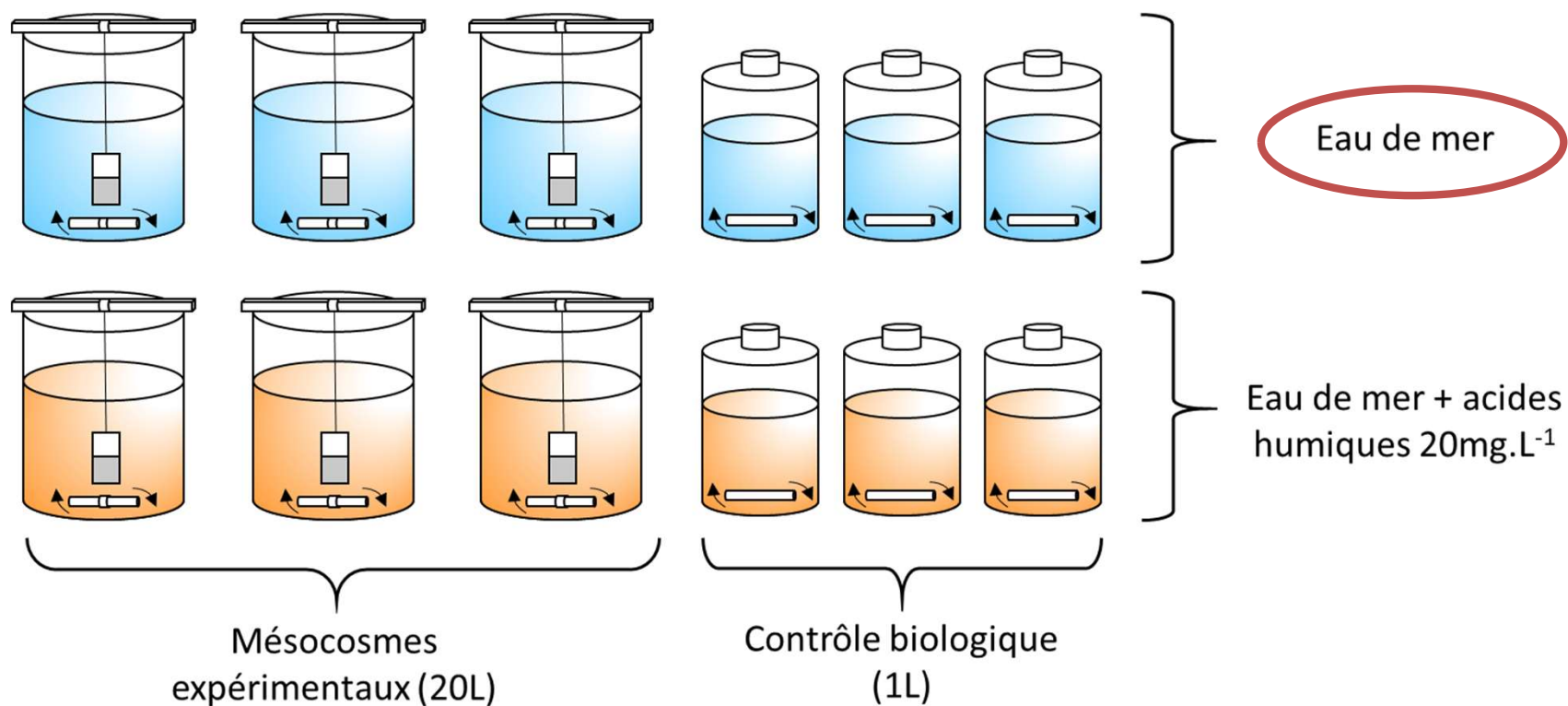
**Matrice soluble (MS) :**  
Diffusion du biocide +  
érosion de la matrice



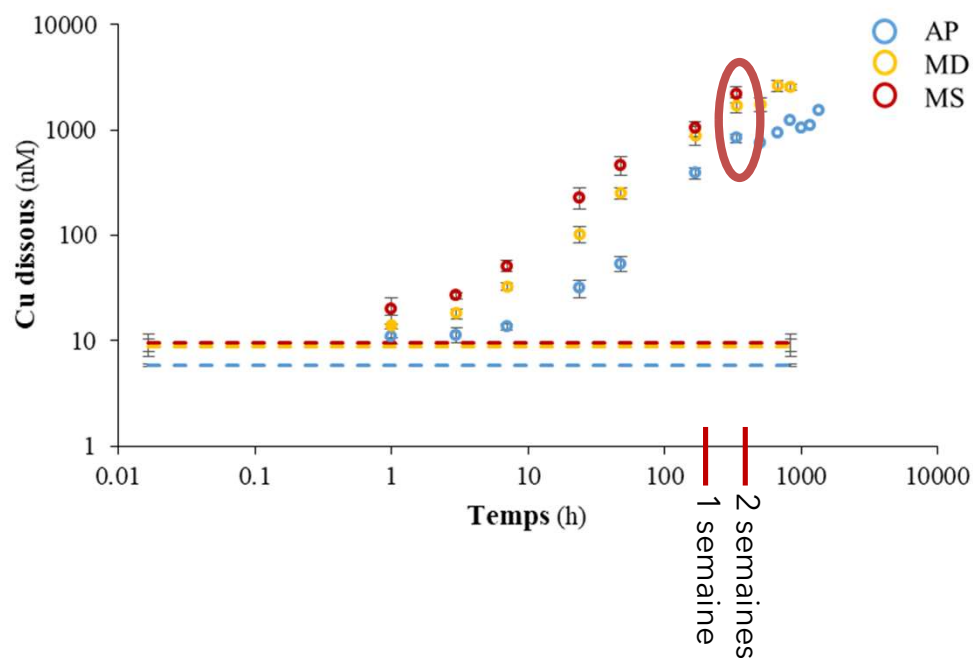
**Autopolissante (AP) :**  
Matrice copolymère  
hydrophobe + hydrolyse



# Dispositif expérimental



## Résultats de relargage



Facteurs d'enrichissement à deux semaines :

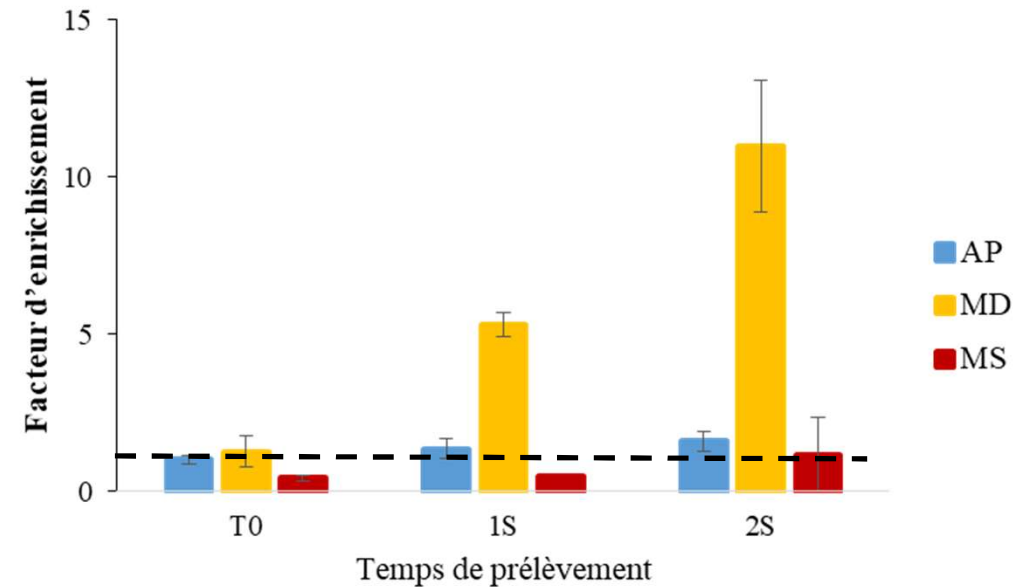
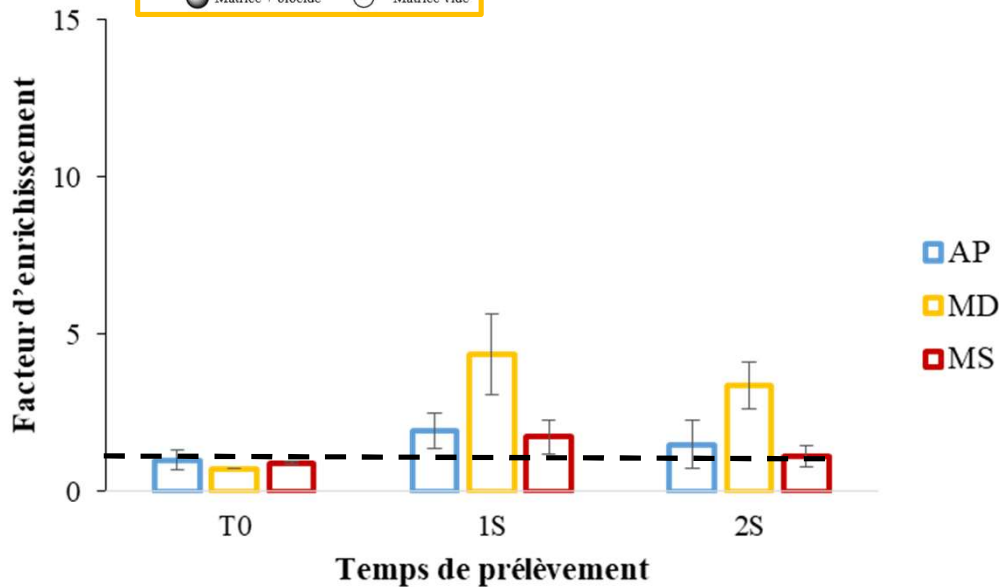
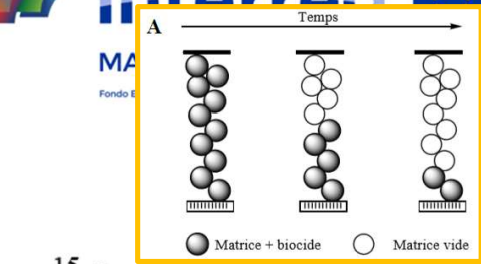
MD :  $200 \pm 50$   
 MS :  $230 \pm 60$   
 AP :  $140 \pm 14$

AP et MD (Même composition) : amplitude différente.

AP et MS (Même mode de relargage) : amplitude différente.

=> Influence à la fois du mode de relargage et de la composition sur les concentrations en cuivre dissous.

# Micro-organismes (bactéries)

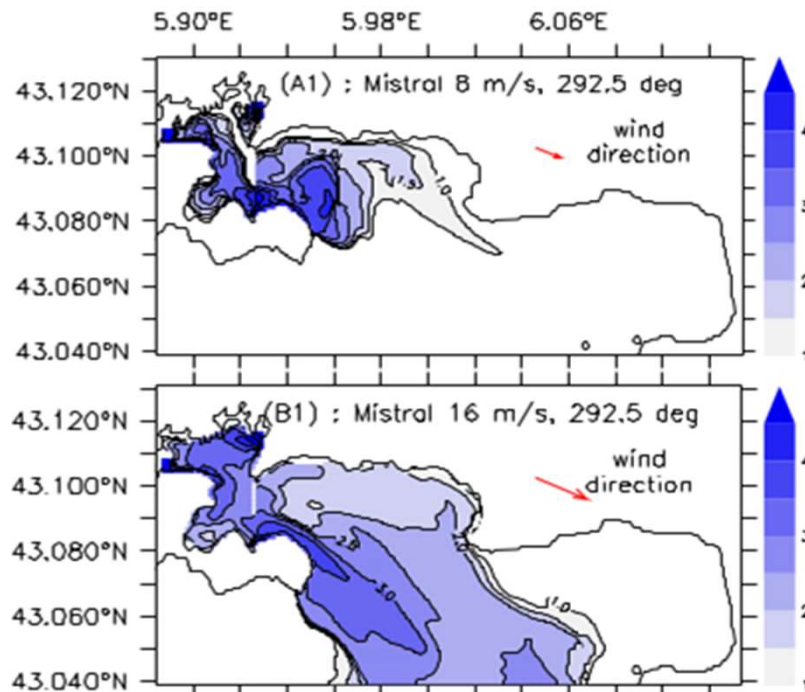


- **AP** et **MS** : pas de variation dans le temps par rapport au contrôle.
- **MD** : Augmentation de la population à une semaine (et à deux semaines dans l'eau de mer + AH).

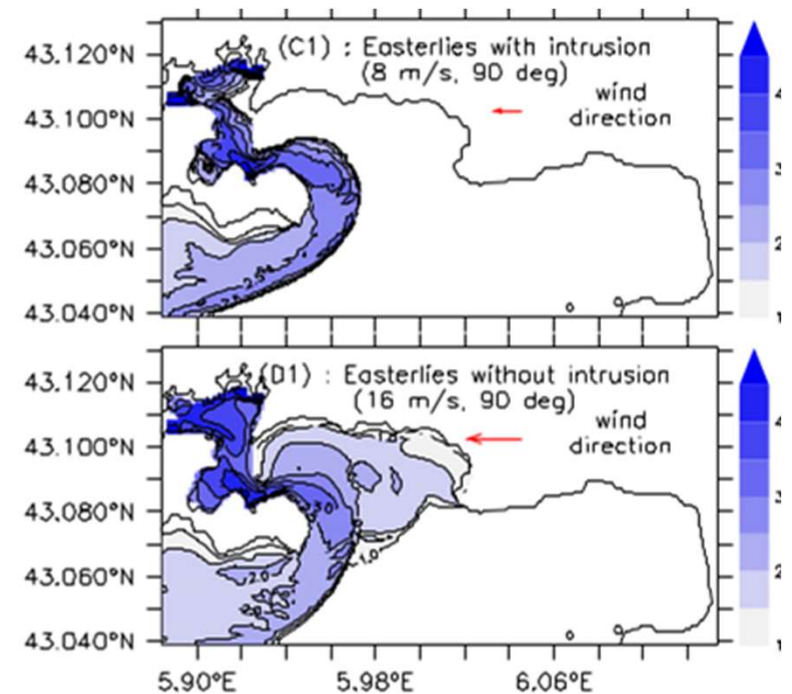
## Peintures anti-fouling: bilan

- Influence de la composition ET du mode de relargage
- Calcul de flux: le plus élevé est de 212 nM/cm<sup>2</sup>/jour
- Avec bateau de 15m<sup>2</sup> immergé pendant 7 mois  
=> relargage de 0,5 kg de cuivre au maximum
- Publication en préparation

## Circulation des masses d'eaux dans la zone?



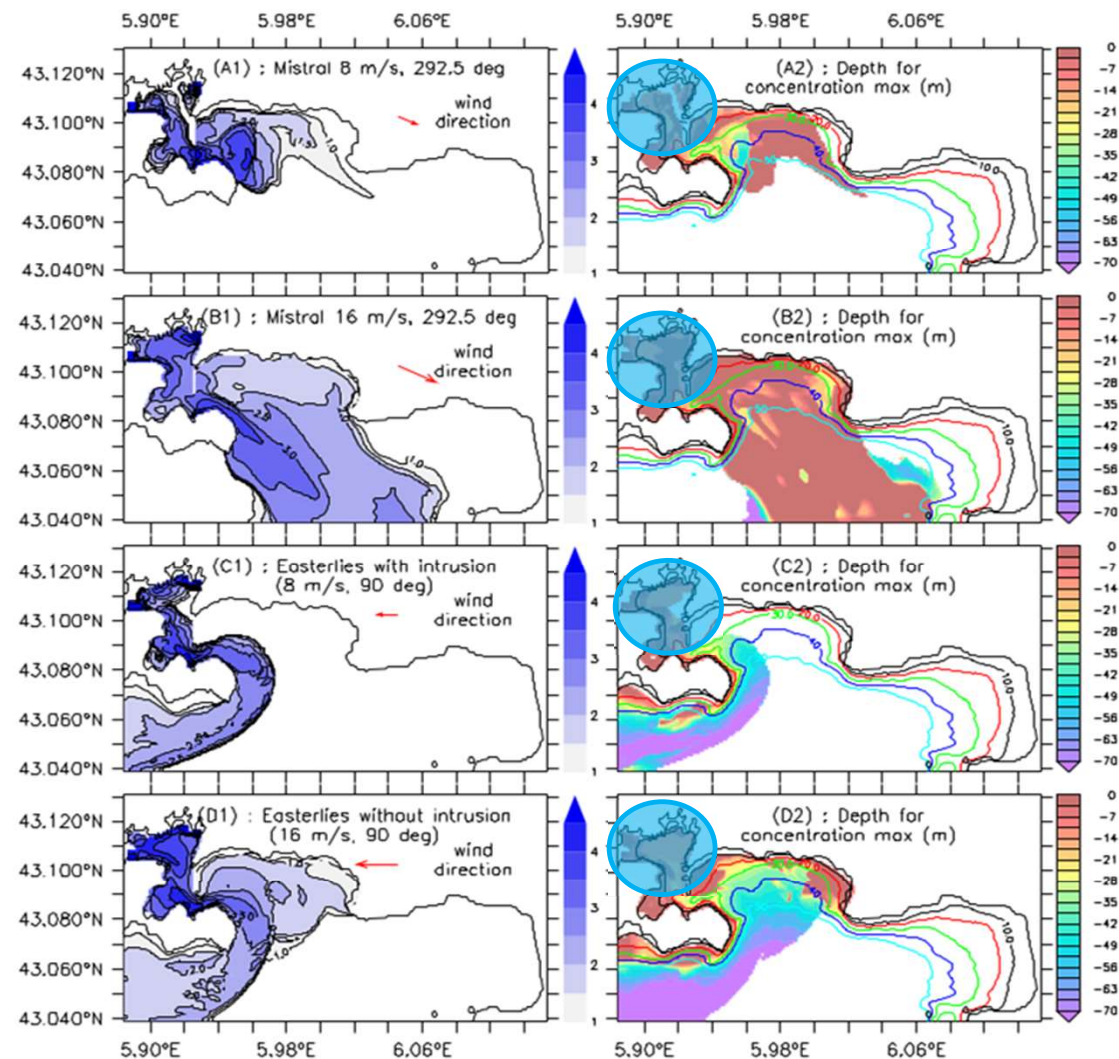
=> Eaux de surface  
 PR chassées vers GR



=> Eaux surface GR  
 chassées vers PR

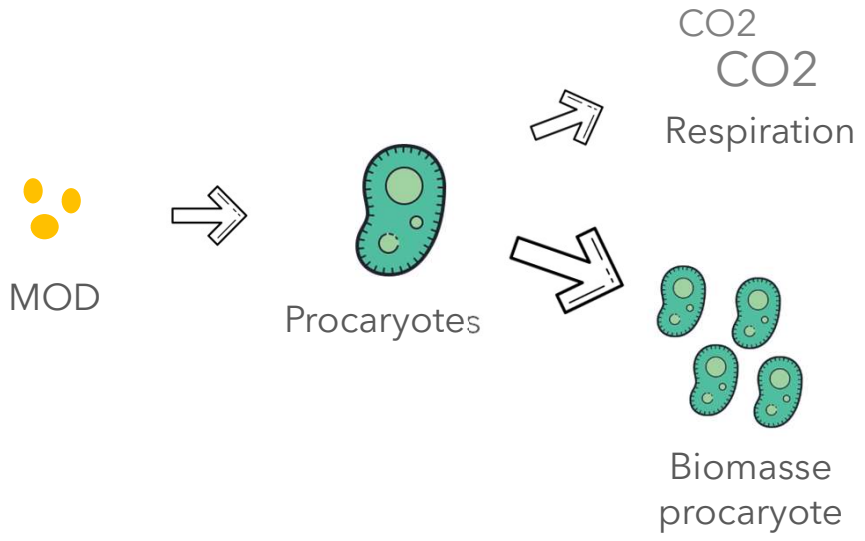
=> Simulation de dispersion de contaminants

=> Dans tous les cas, la PR est la plus contaminée



Mazoyer C., Vanneste H., Dufresne C., **Ourmieres Y.**, Magaldi M. and Molcard A. (2020) Impact of wind-driven circulation on contaminant dispersion in a semi-enclosed bay. *Estuarine Coastal and shelf science* 233, 106529. [La cooperazione al cuore del Mediterraneo](#)  
[La coopération au cœur de la Méditerranée](#)

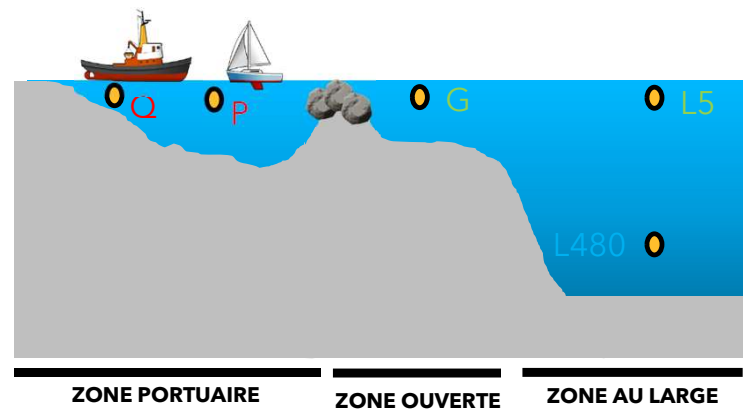
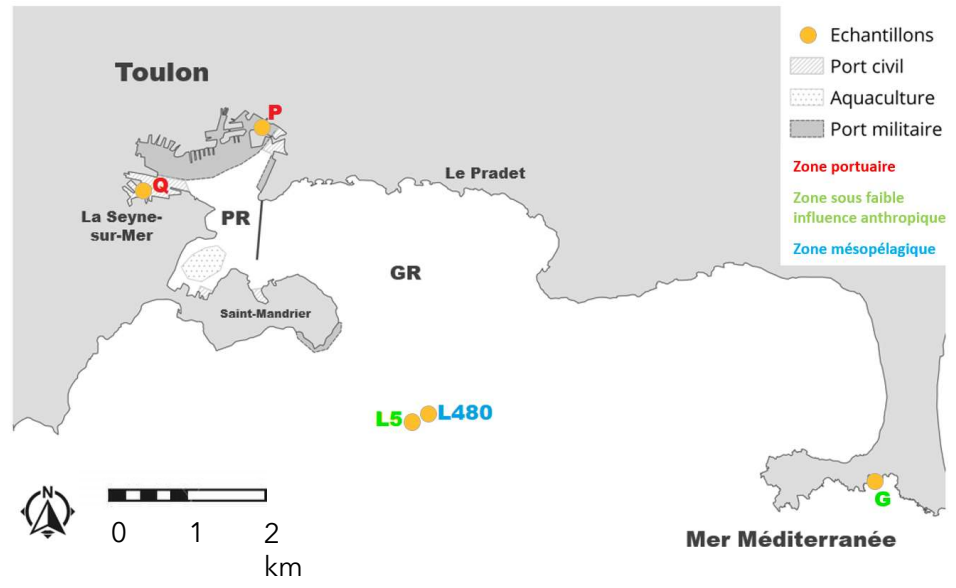
# Devenir Cuivre-matière organique?



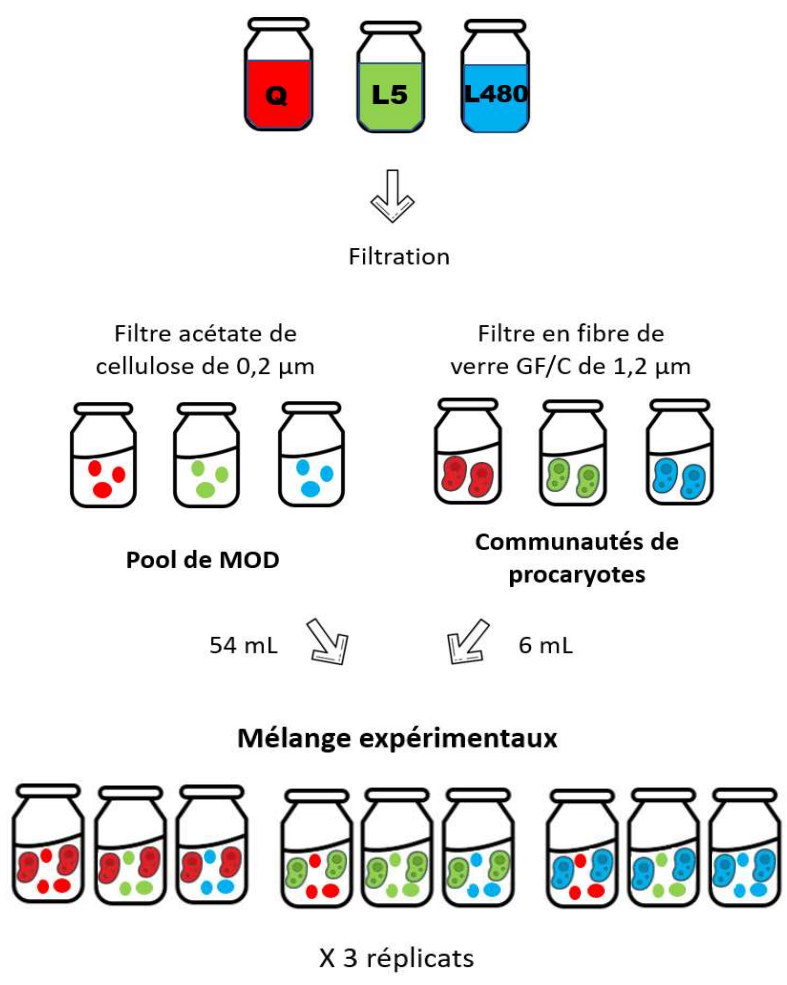
=> en zones portuaires ??

# Devenir Cuivre-matière organique?

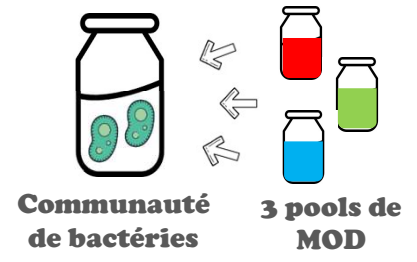
Echantillonnage de masses d'eau les plus contrastées possibles



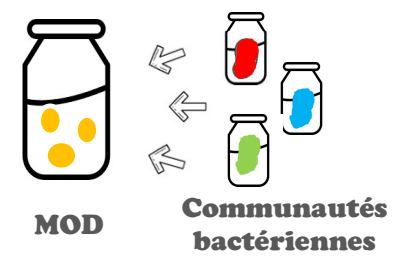




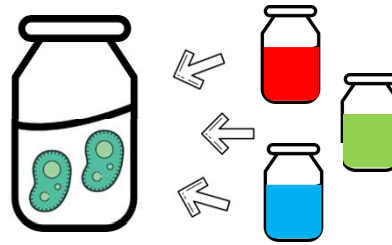
**1 Comparer la labilité de la MOD**



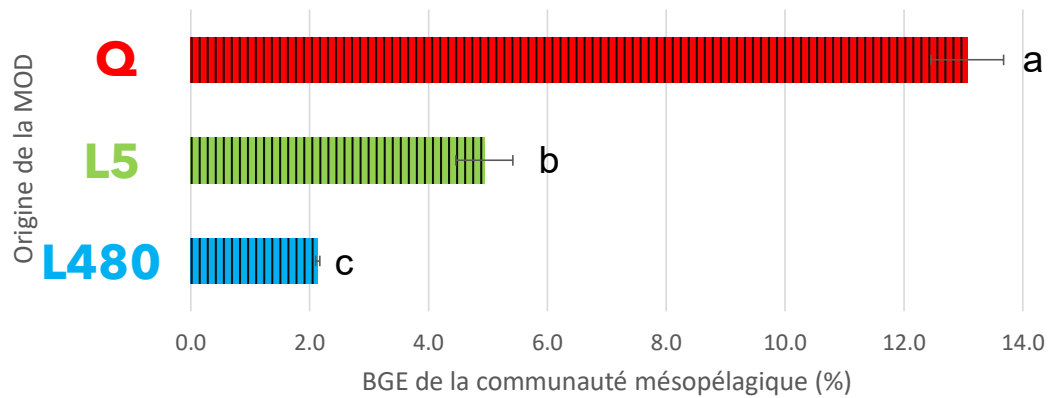
**2 Comparer la capacité d'utilisation**



## 1 Comparer la labilité de la MOD

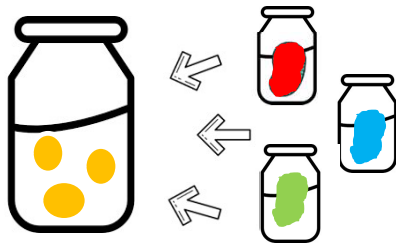


MARS 2020

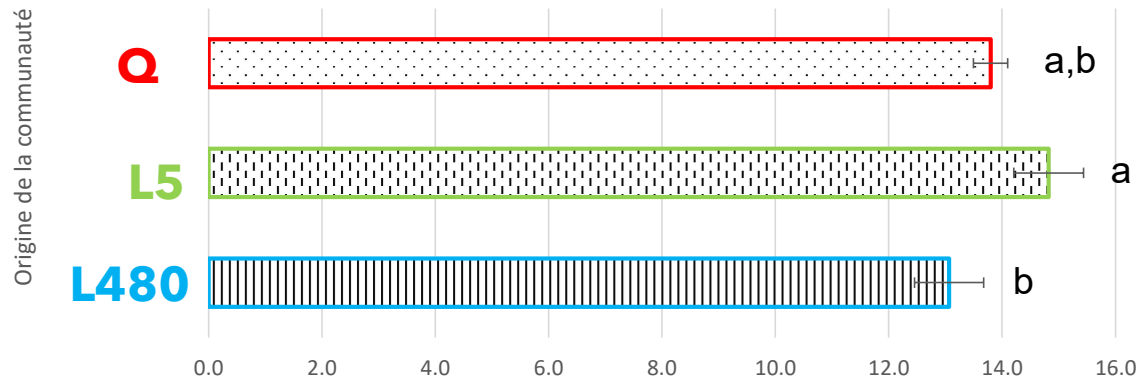


- Suivant la MOD à disposition les bactéries ne présentent pas la même efficacité de croissance
- Croissance plus forte dans l'eau du port

**2 Comparer la capacité d'utilisation**



MARS 2020



- Valeurs de BGE très similaires entre les différentes communautés

- Bactéries de zone portuaire sont aussi efficaces

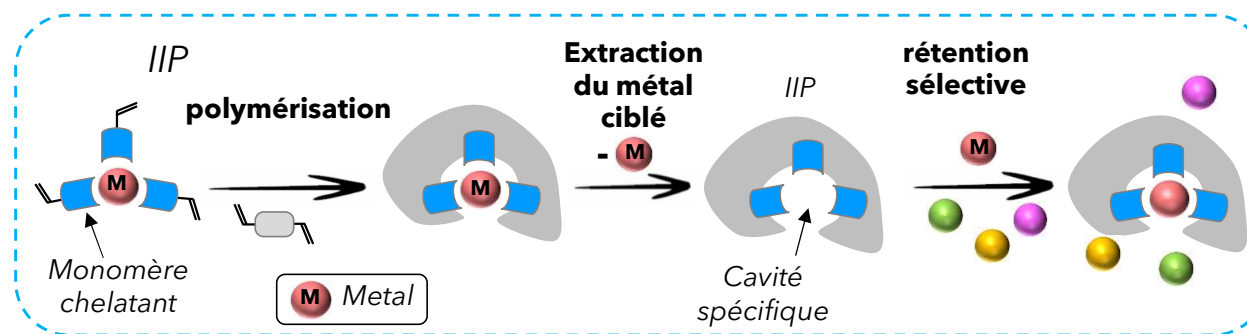
**Dignan C., Lenoble V.,** Pringault O., Oursel B., **Misson B.** Dissolved organic matter lability for heterotrophic prokaryotes in the marine coastal environment: respective influences of chemical and biological properties. *Soumission à Sci. Total Env.*

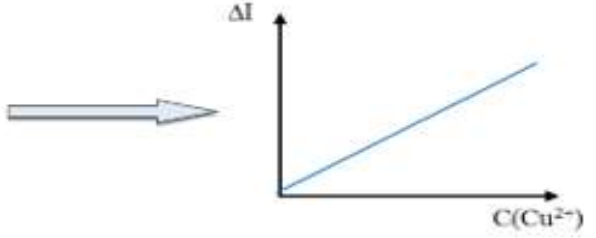
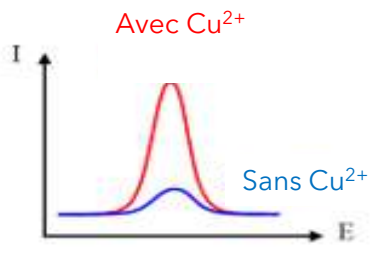
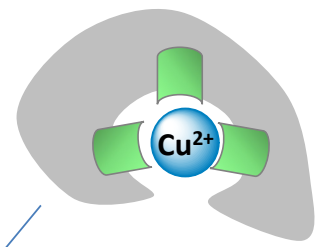
## Devenir Cuivre-matière organique?

- Matière organique de zone portuaire plus assimilable pour procaryotes
- « histoire de vie » des communautés semblent influencer la prise en charge, les communautés portuaires semblent plus réactives

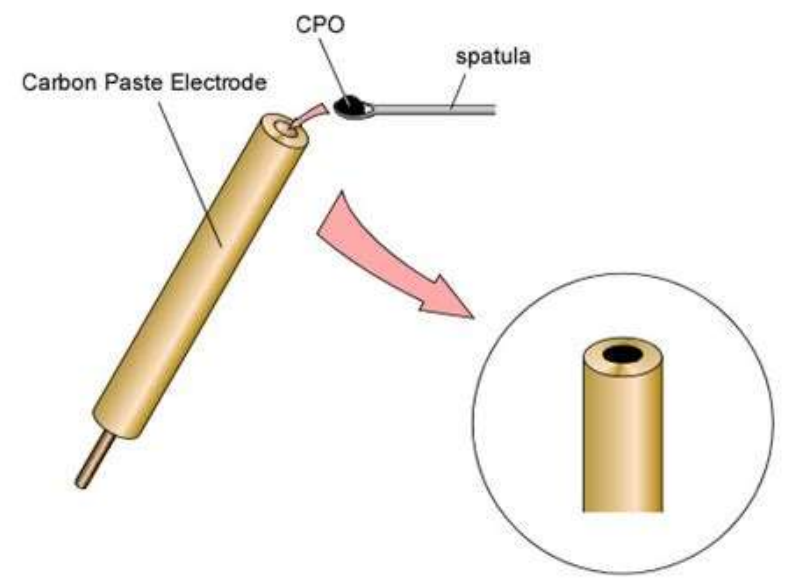
# Développement de capteurs spécifiques au Cuivre

Polymères à empreintes ioniques: IIP



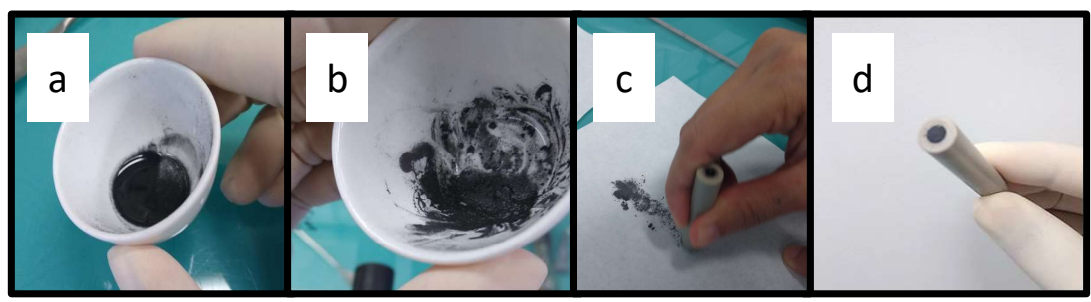
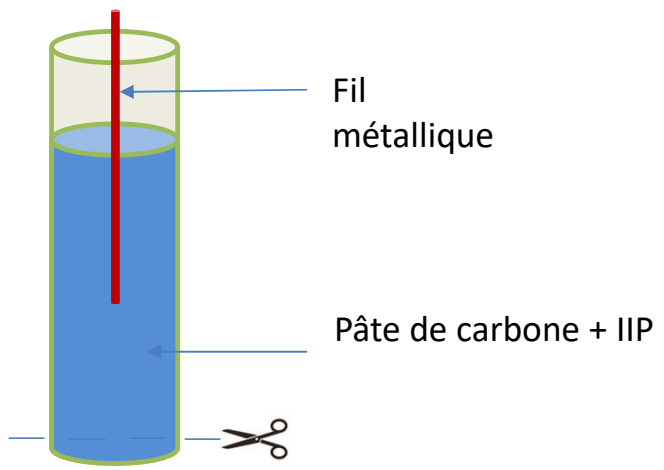
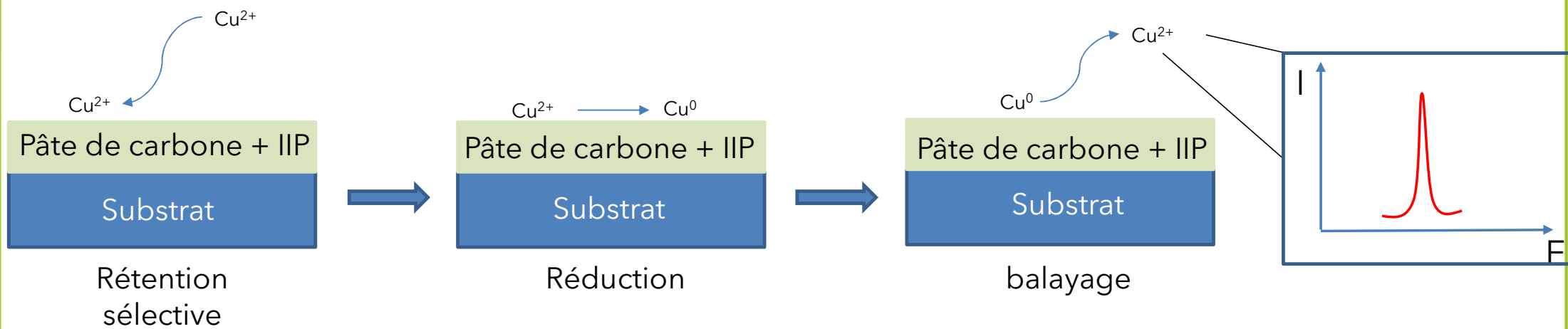


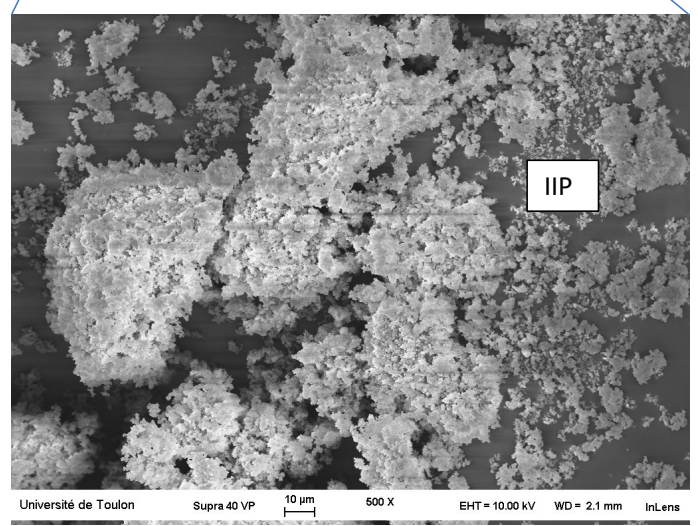
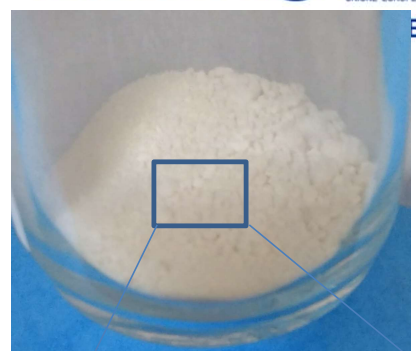
Courbe de calibration



### Détection électrochimique

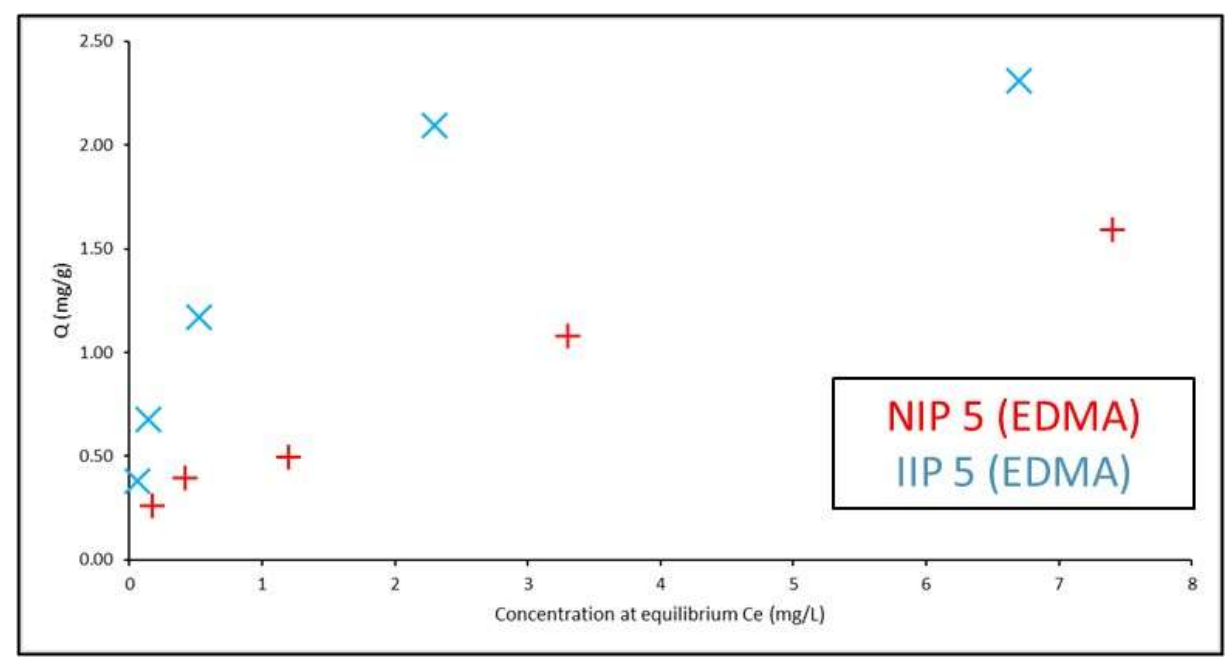
## Electrodes pâte de carbone-IIP pour detection par ASV





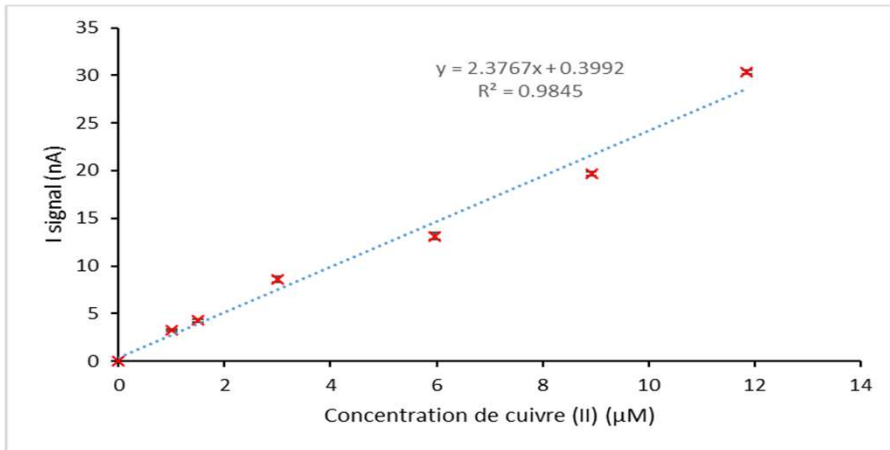
30 μm

# IIP synthétisé et caractérisé

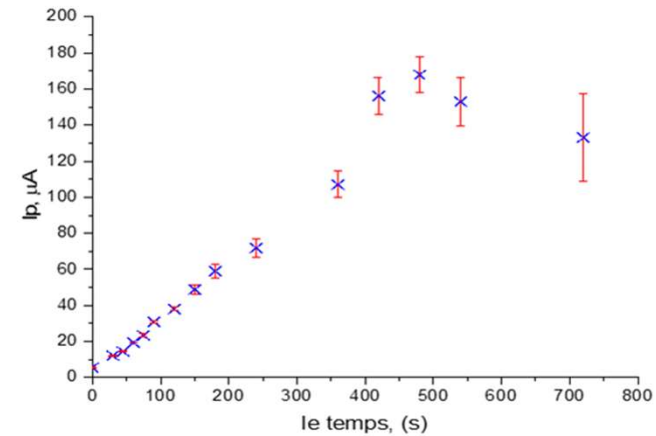




# Premiers résultats électrode



courbe de calibration électrode à  
 pâte de carbone avec 10% d'IIP

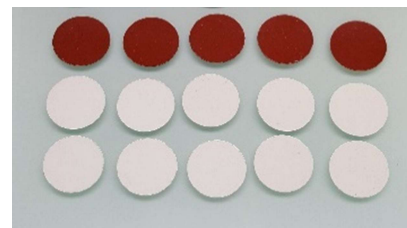


effet du temps d'accumulation sur  
 l'intensité du signal

## Développement de capteurs spécifiques au Cuivre

- Bonne réponse des IIPs synthétisés
- Étude de sélectivité en cours
- Développement des électrodes en finalisation

# Merci à toute l'équipe



zione al cuore del Mediterraneo  
La coopération au cœur de la Méditerranée