



BANYULS
11 - 12
JANV.
2023



UTILISATION DES BIVALVES (MOULES) COMME BIOINDICATEUR DE LA POLLUTION EN MICROPLASTIQUES

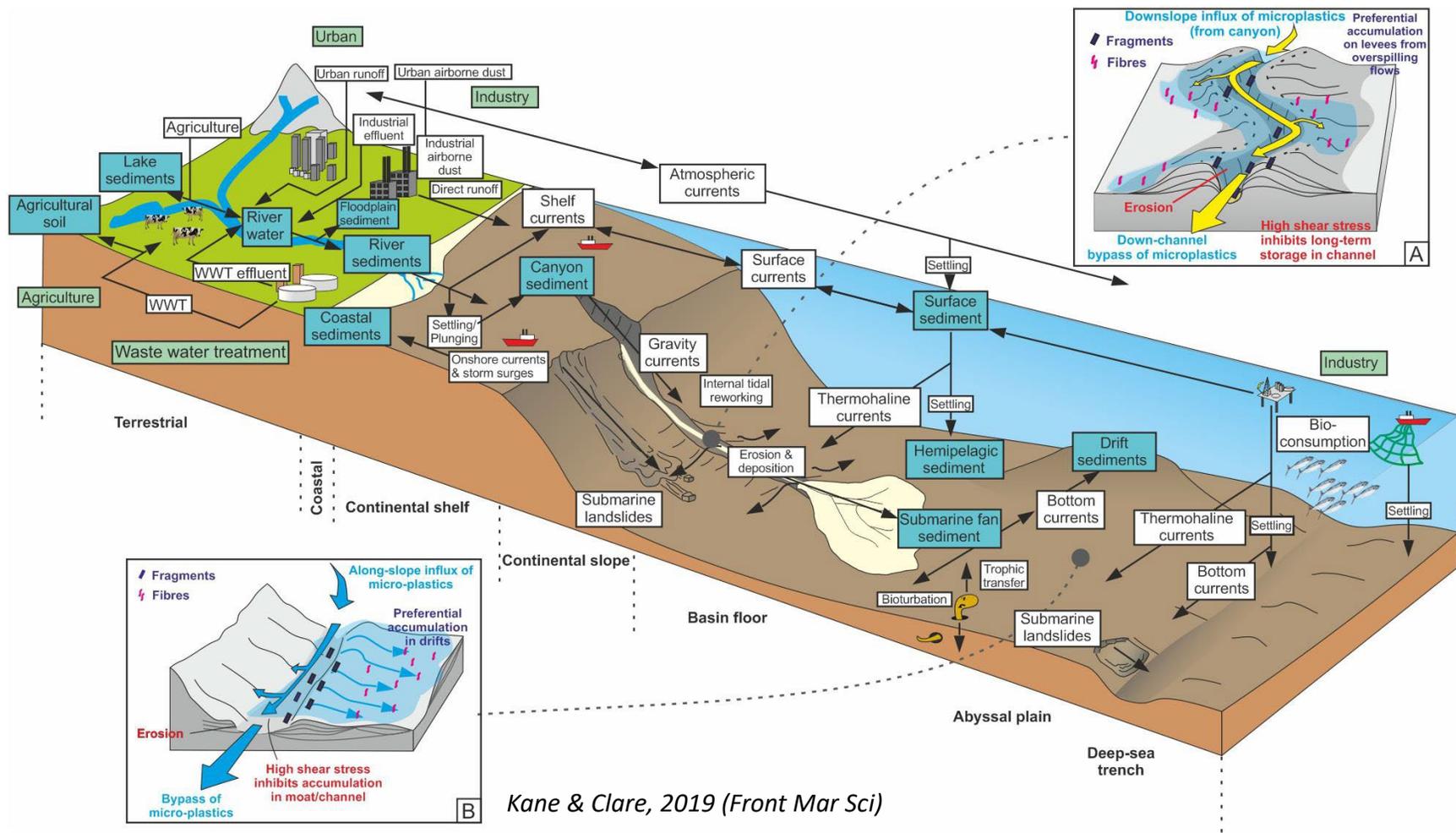
Franck LARTAUD
MCU Sorbonne Université,
LECOB, Observatoire Océanologique de Banyuls



Les plastiques - un problème global



Distribution dans tous les compartiments de l'environnement



Kane & Clare, 2019 (Front Mar Sci)

Perpignan



Corail, canyon Lacaze-Duthiers (550m)



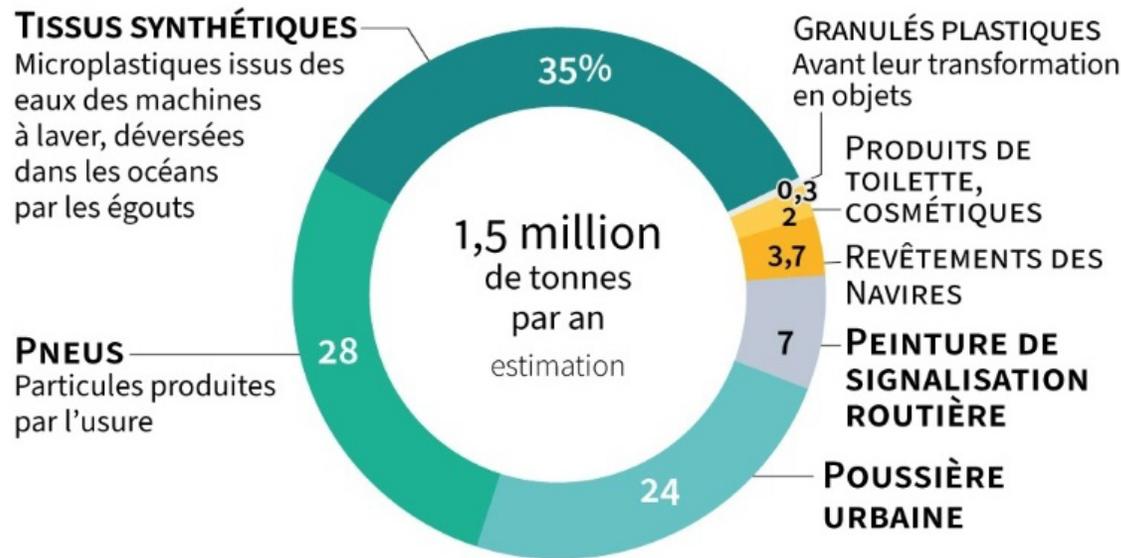
Les microplastiques



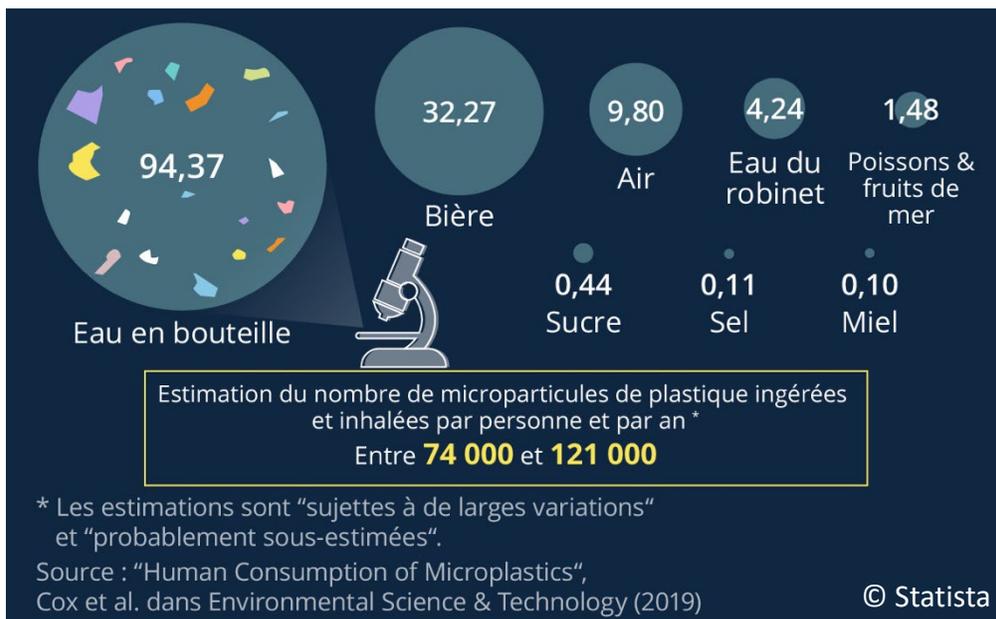
D'origine primaire ou issus de la fragmentation de macro-déchets

Représentent > 90% des débris plastiques en mer (~10% en poids)

Risque majeur pour les organismes (y compris nous)



Source : IUCN.org *rejetés directement dans l'environnement sous forme de petites particules AFP



Les microplastiques

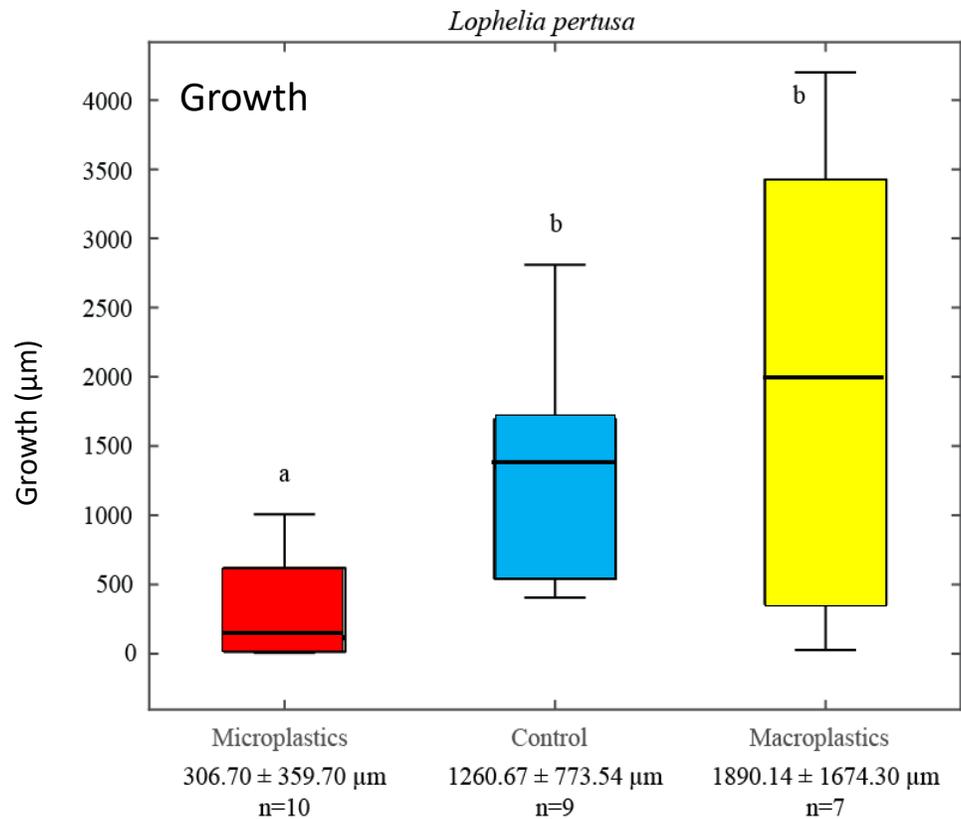


Chez les coraux d'eau froide, impacts d'une exposition chronique aux microplastiques >> à celle de macroplastiques



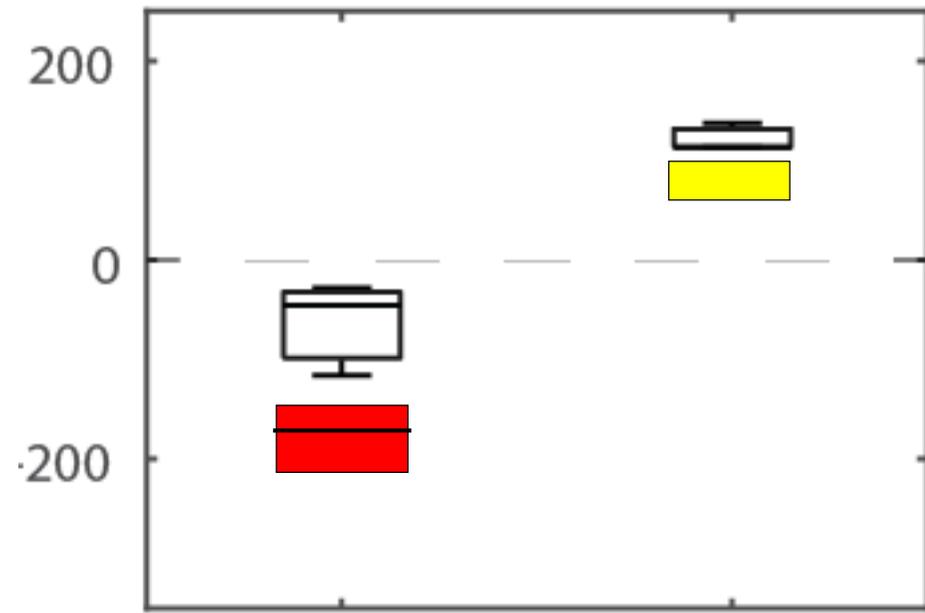
Lophelia pertusa

© F. Lartaud



Normalized prey capture rates (*A. salina*.polyp⁻¹.h⁻¹)

Taux de capture de proies



Mouchi et al. 2019 (Env Pol)

Les limites actuelles de suivis de pollution en microplastiques en milieu aquatique



A terre, harmonisation des protocoles (ex: OSPAR modifié)



© Plastic@sea



© S. Bollendorff

En rivière ou en mer, contraintes techniques et financières

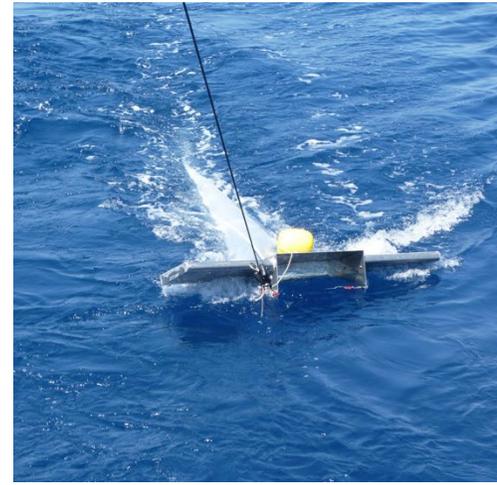


© O. Dugornay, IFREMER

Echantillonnage ponctuel

Peu intégratif (filet traîné pendant 20 min)

Restrictif (maille filet manta = 300 μ m)



© S. Bollendorff, N. Pansiot / Fondation Tara Océan

Recherche d'un bioindicateur ?



Bioindicateur = organisme fournissant des informations sur les caractéristiques écologiques ou des changements des conditions environnementales

Comment ? Présence / absence, effets biologiques mesurables, bioaccumulation

Objectif ? Surveillance de la qualité de l'environnement

Association d'espèces bioindicatrices

La loutre, indicateur de qualité des rivières

Le lichen, pour la pollution de l'air

BENTHIC MACROINVERTEBRATE WATER QUALITY BIO-INDICATORS		
SENSITIVE: Good WQ	TOLERANT: Fair WQ	VERY TOLERANT: Poor WQ
CADDISFLY Case: 10-40 mm Body: 9-23 mm 	ALDERFLY LARVA 10-25 mm 	BLACKFLY LARVA 5-8 mm 
MAYFLY 3-18 mm 	CRANEFLY LARVA 10-25 mm 	LEECHES 4-450 mm 
STONEFLY 8-30 mm 	DRAGONFLY NYMPH 10-40 mm 	MIDGE LARVA 3-25 mm 
WATER PENNY 3-10 mm 	WATER SNIPE FLY LARVA 10-18 mm 	POUCH SNAIL 5-20 mm 



Les moules comme bioindicateur



© RLSPHOTO / Getty Images

Espèces opportunistes, tolérantes aux perturbations environnementales

Large répartition, abondantes et sédentaires

Grande capacité de filtration (10 à 40 L/j)

Faible sélectivité des particules

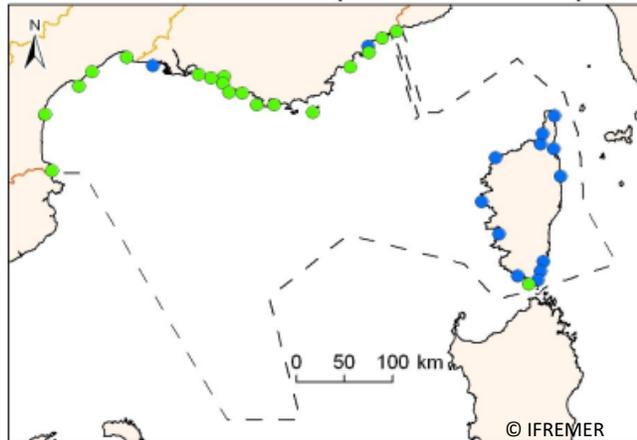
Echantillonnage aisé, possibilité d'encagement

Déjà utilisées dans des programmes de surveillance de pollutions (métaux, hydrocarbures, pesticides...) - ROCCH, RINBIO, Mussel Watch...

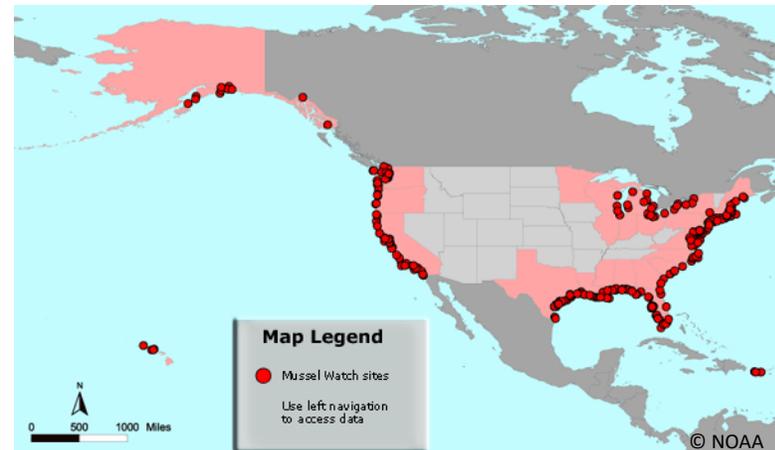


© IFREMER

C: Plomb dans le biote (Données RINBIO)



© IFREMER



Map Legend
● Mussel Watch sites
Use left navigation to access data

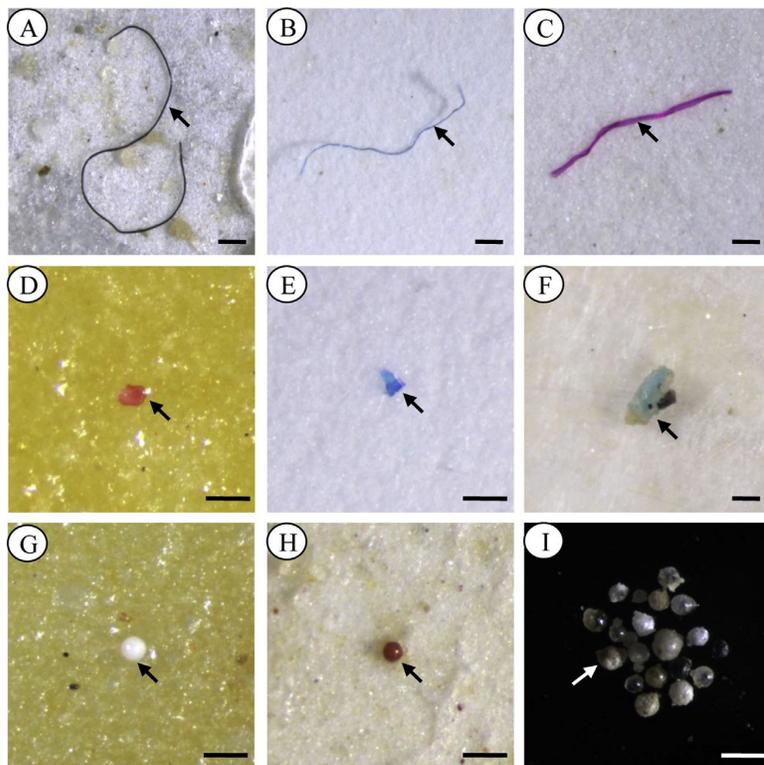
© NOAA

Les moules comme bioindicateur de la pollution en microplastiques



Grande variété de MPs retrouvés dans les tissus de moules:

- fibres, fragments, pellets
- PS, PE, PP, ABS, PA



Li et al., 2015 (Env Pol)

Problématique abordée par l'ensemble de la communauté scientifique :

France



© R. Amara & M. Kazour, IFREMER

Chine

Using mussel as a global bioindicator of coastal microplastic pollution*

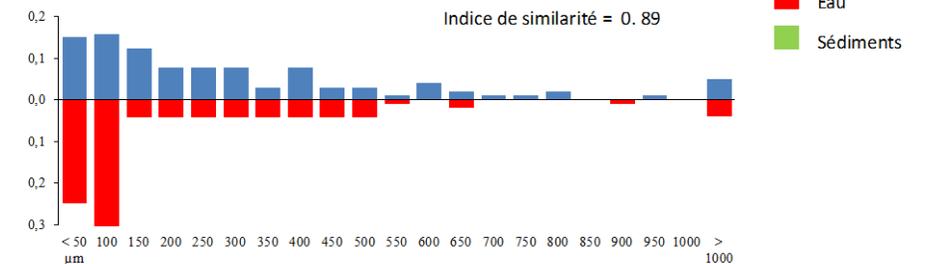
Jiana Li ^{a,b}, Amy L. Lusher ^c, Jeanette M. Rotchell ^b, Salud Deudero ^d, Alexander Turra ^e, Inger Lise N. Bråte ^c, Chengjun Sun ^f, M. Shahadat Hossain ^g, Qipei Li ^a, Prabhu Kolandhasamy ^h, Huahong Shi ^{a,*}

Norvège

Mytilus spp. as sentinels for monitoring microplastic pollution in Norwegian coastal waters: A qualitative and quantitative study*

Inger Lise N. Bråte ^{a,b,*}, Rachel Hurley ^a, Karine Iversen ^{a,c}, Jonny Beyer ^a, Kevin V. Thomas ^{a,d}, Calin C. Steindal ^e, Norman W. Green ^a, Marianne Olsen ^a, Amy Lusher ^a

Taille des microplastiques ingérées



Amara & Kazour, 2019 (MARCO)

Protocole standardisé pour utiliser les moules comme bioindicateurs de la pollution en micro- et nanoplastiques



- Confirmer la bioaccumulation de MPs et NPs dans les tissus
- Vérifier la tolérance à différentes conditions de pollution en MPs et NPs
- Comparer l'efficacité des moules comme bioindicateurs par rapport à d'autres outils de mesure (*e.g.*, filet manta)

Eau douce - *Dreissena polymorpha*



© J-P Corolla

Environnement marin - *Mytilus galloprovincialis*



© A. Miglioli

Thèse CIFRE Adèle Wolinski

Mussel Plast River

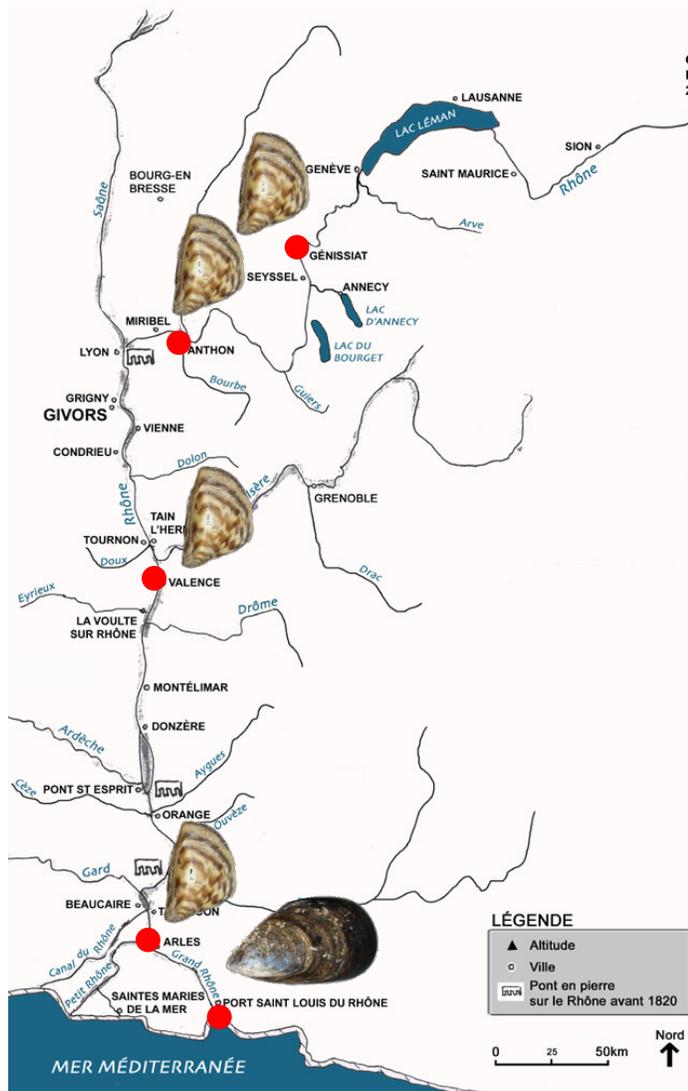
Mussel Plast Sea



Expérimentations *in situ*



5 sites le long du Rhône



Moules déployées dans des cages



- Echantillonnage à 2 mois, 6 mois et 1 an
- Quantification et caractérisation des MPs et NPs



Comparaison des taux de bioaccumulation avec l'eau environnante



MPs échantillonnés par filet manta



Petits MPs et NPs collectés dans l'eau



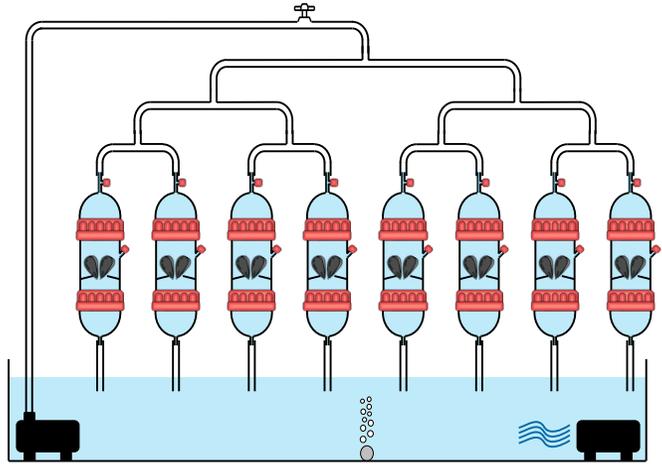
Expérimentations en milieu contrôlé



Exposition chronique – 50 / 100 jours



Microbilles de Polyéthylène
10 – 20 µm



- Contrôle (Ctrl)
- + MPs à une C° environnementale (MPs 1X) ●●●
- + MPs à une C° élevée (MPs 10X) ●●●●●
- + Contrôle polluant à C° faible (Ctrl+ 1X) ∴
- + Contrôle polluant à C° élevée (Ctrl+ 10X) ∴∴∴∴

Bioaccumulation



Dissection



Lyophilisation et Broyage

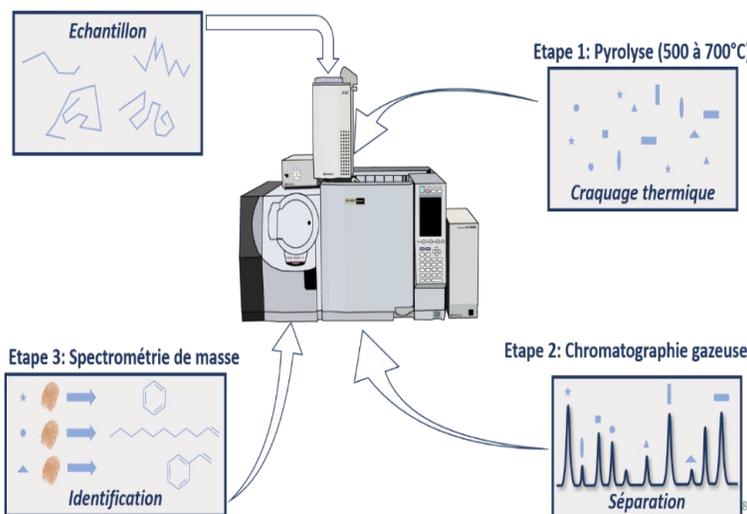
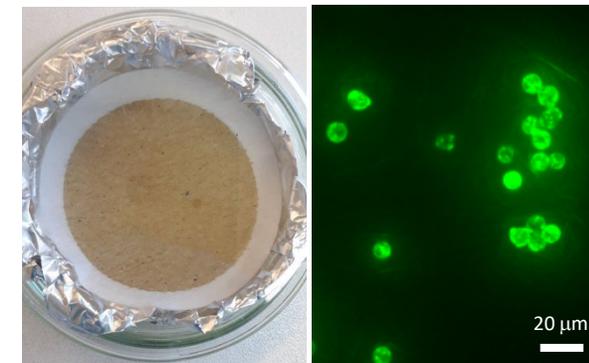


Digestion (KOH)



Filtration

Comptage par microscopie



Pyrolyse-GC/MS/MS

Type de polymères présents ←

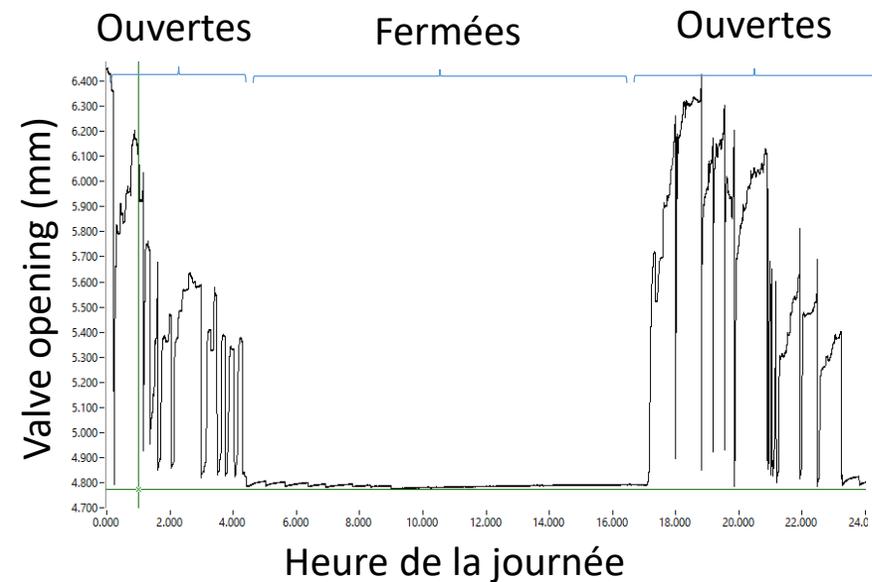
Quantité en masse ←

Tolérance / maintien de l'état de santé des moules



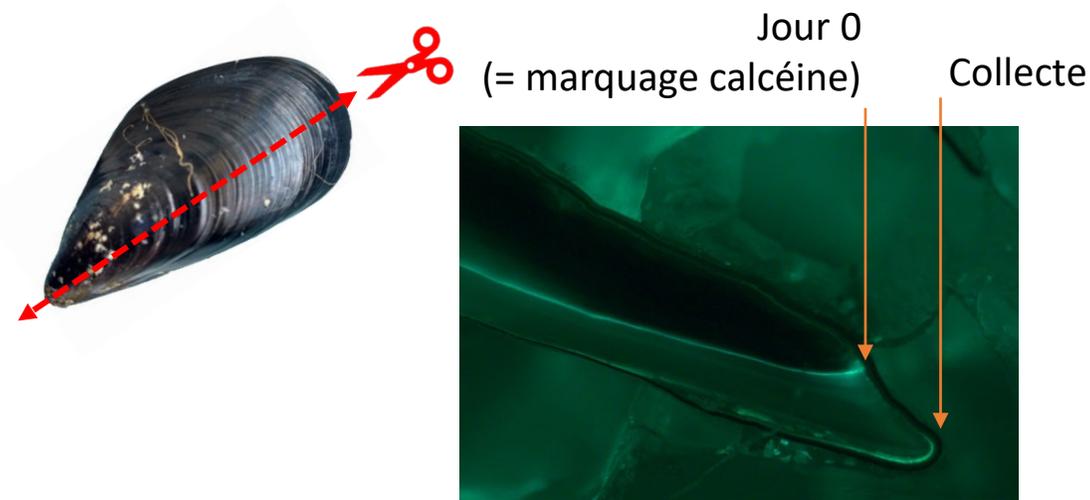
Suivi en continu :

- Comportement valvaire



Analyses ponctuelles de :

- Taux de croissance des coquilles



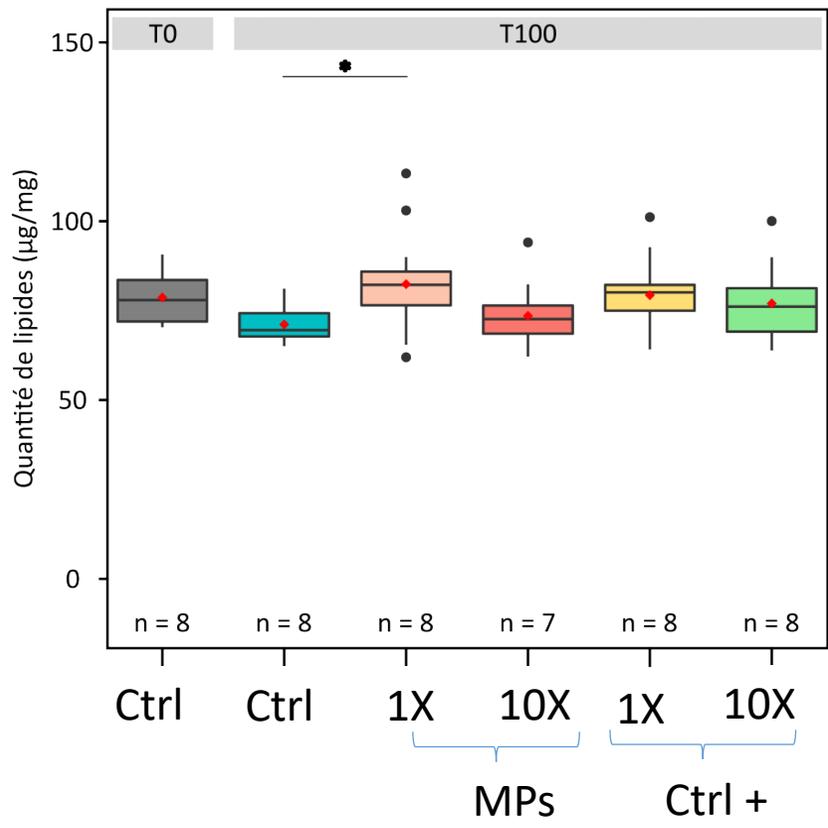
- Dosage des protéines de stress

- Dosage des réserves énergétiques (lipides, protéines, glucides)

Résultats



Dosage des lipides

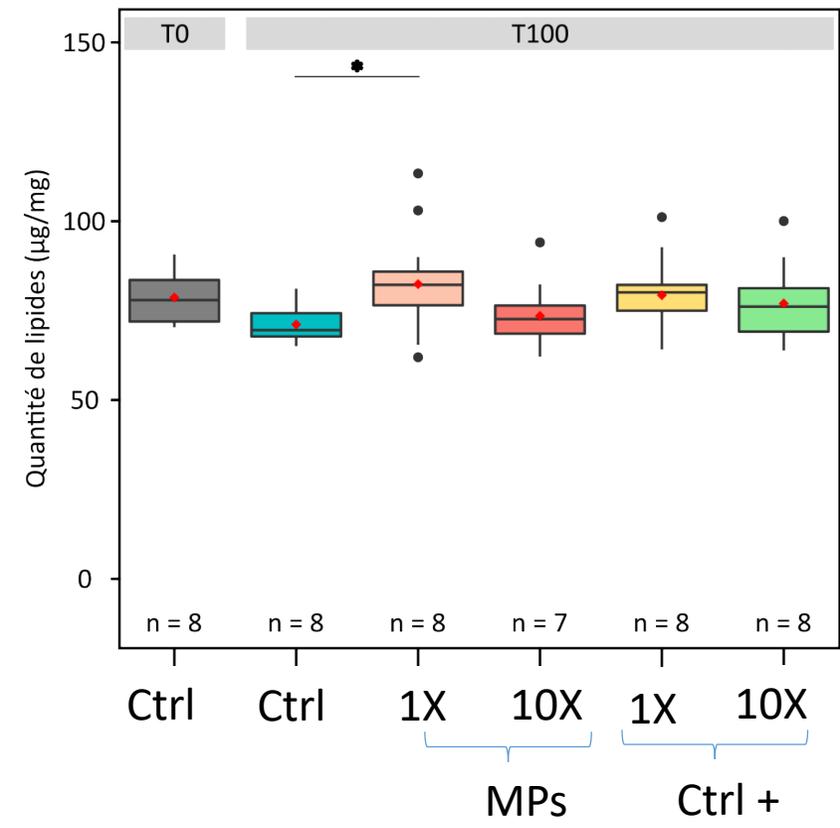


✓ Pas de modification des réserves lipidiques en fonction de la quantité de plastiques

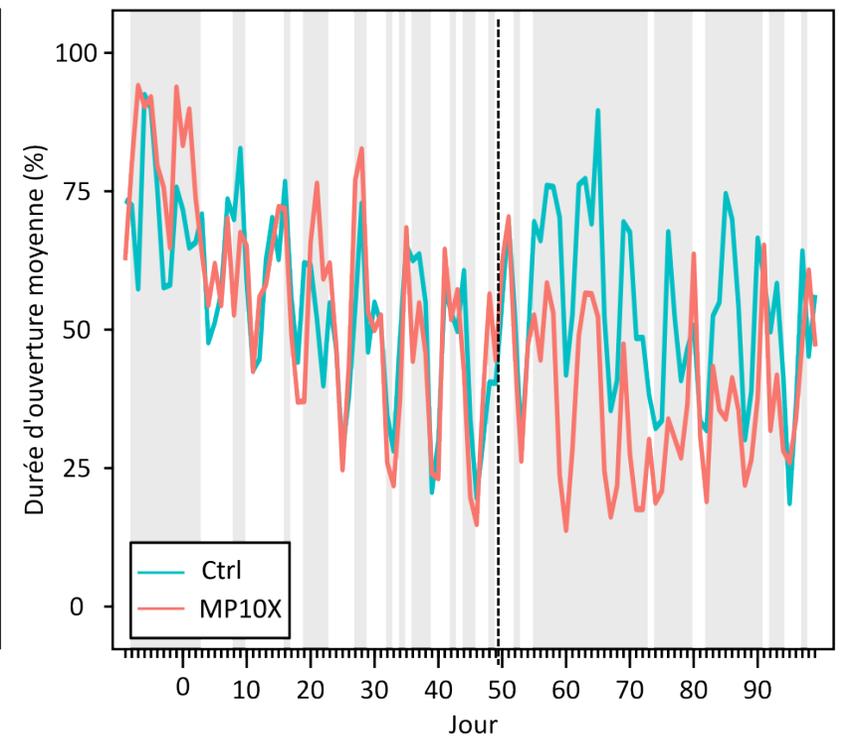
Résultats



Dosage des lipides



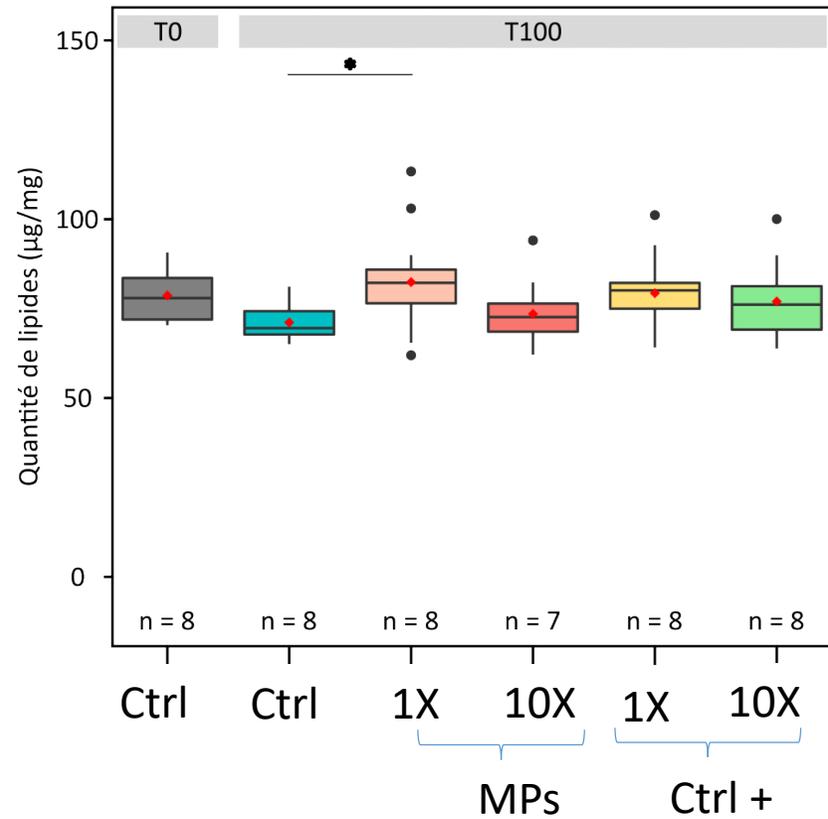
Durée d'ouverture des valves



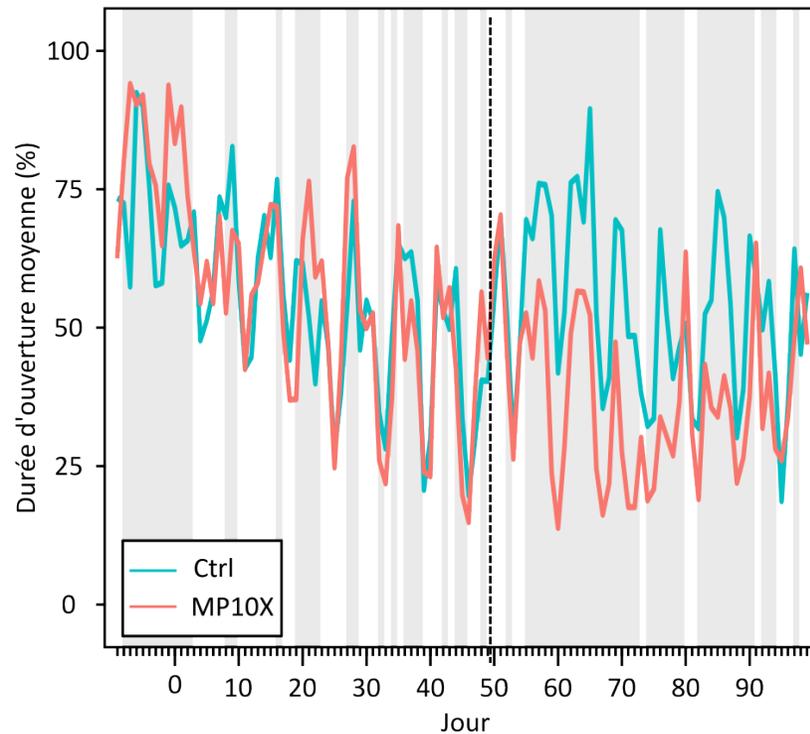
✓ Diminution de la durée d'ouverture des valves pour les moules exposées à MPs 10X, après 50 jours

Résultats

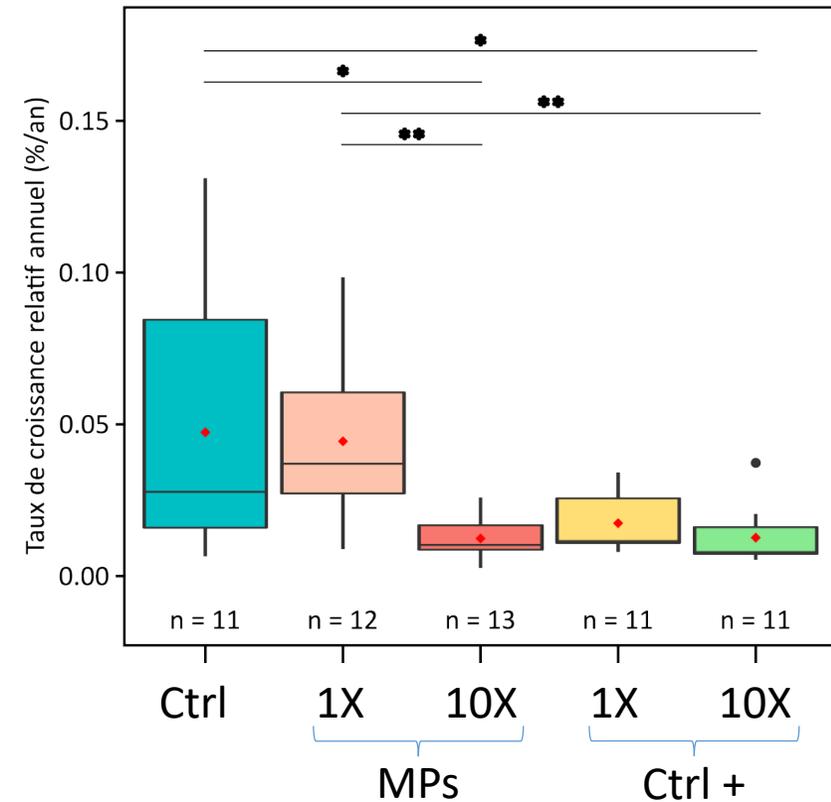
Dosage des lipides



Durée d'ouverture des valves



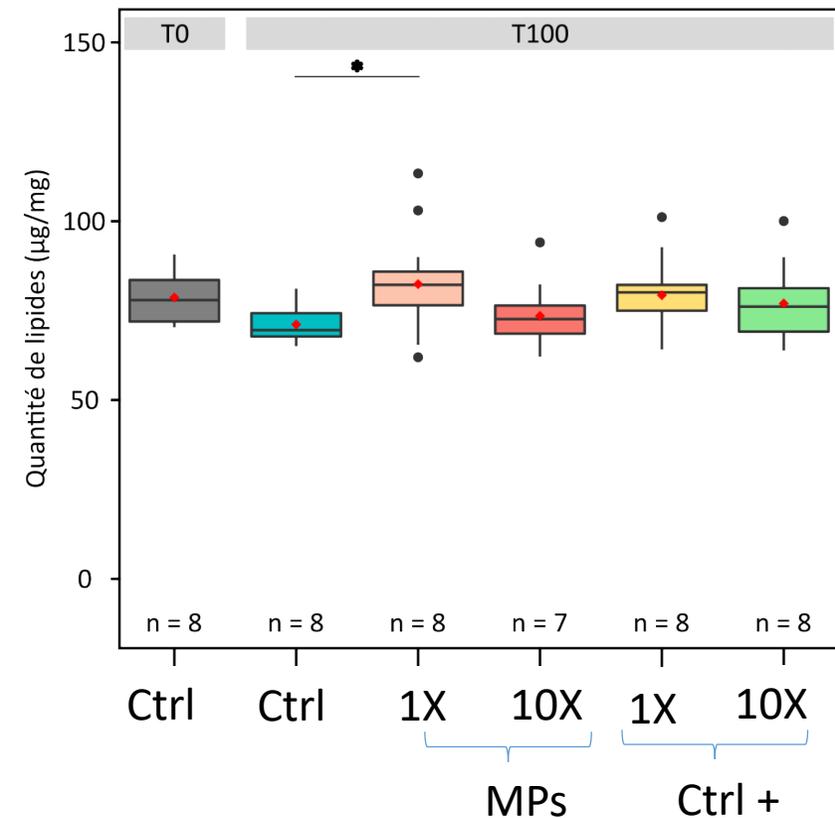
Croissance des coquilles



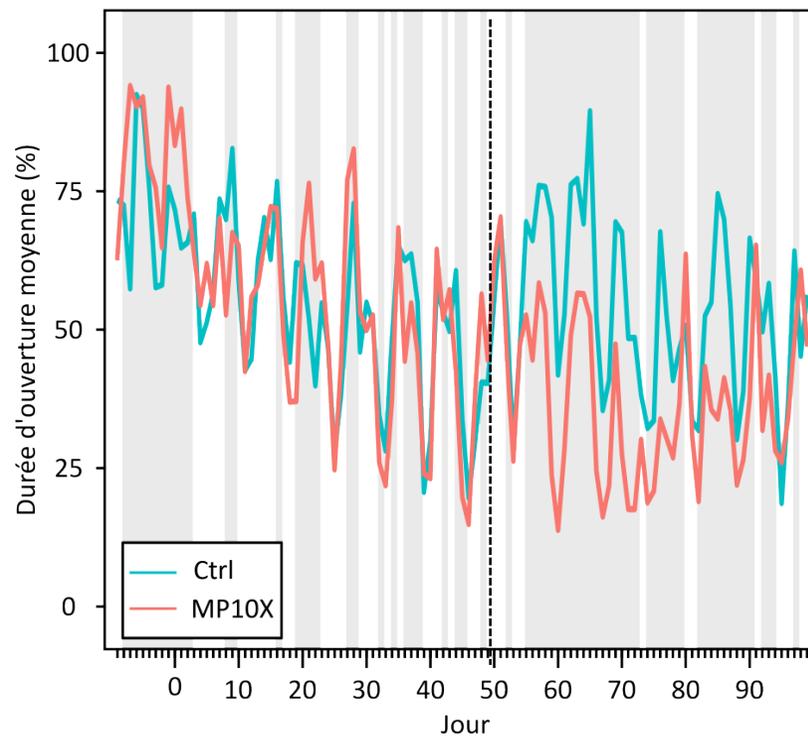
✓ Moules exposées à MPs 1X gardent un même taux de croissance que les Contrôles
 Mais forte chute de croissance pour les moules exposées à MPs 10X (comme pour effet polluant Ctrl +)

Résultats

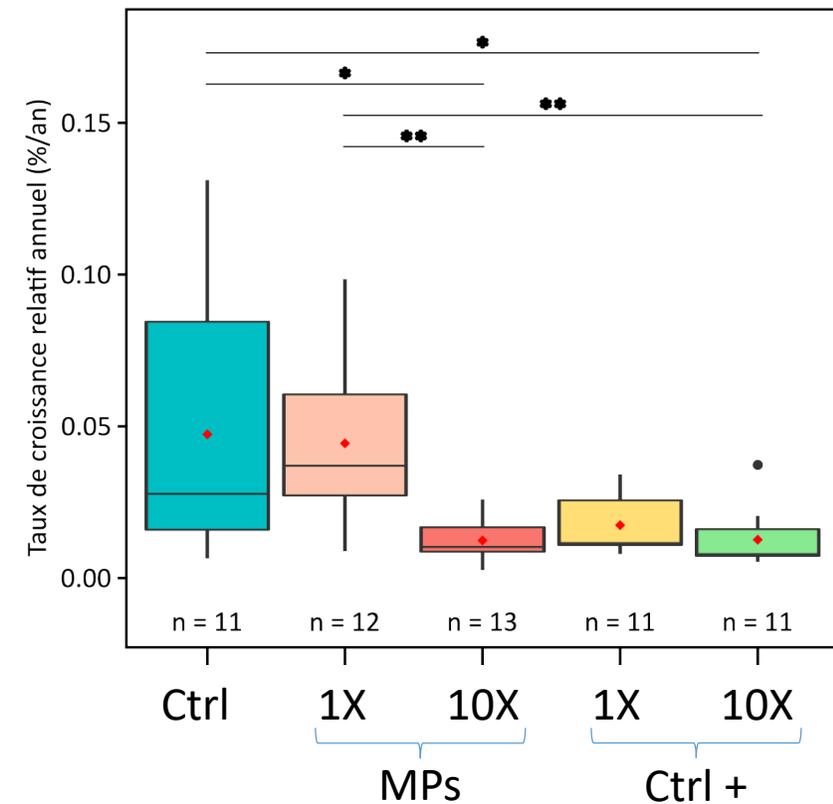
Dosage des lipides



Durée d'ouverture des valves



Croissance des coquilles

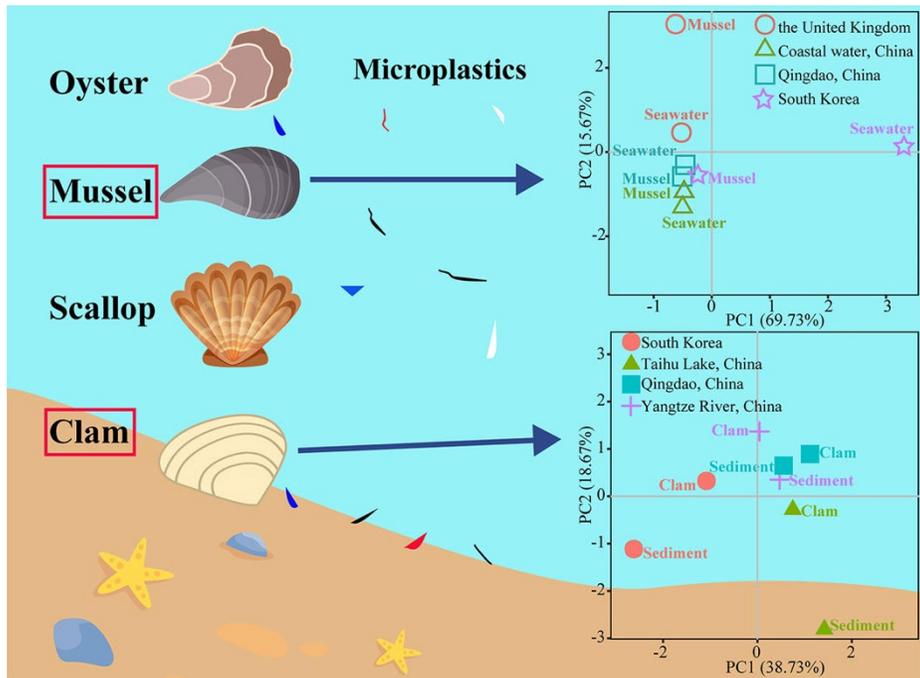


Possibles effets limitant pour l'utilisation des moules comme bioindicateur à de très fortes concentrations en MPs ?

Potentiels et limites du bioindicateur – état actuel



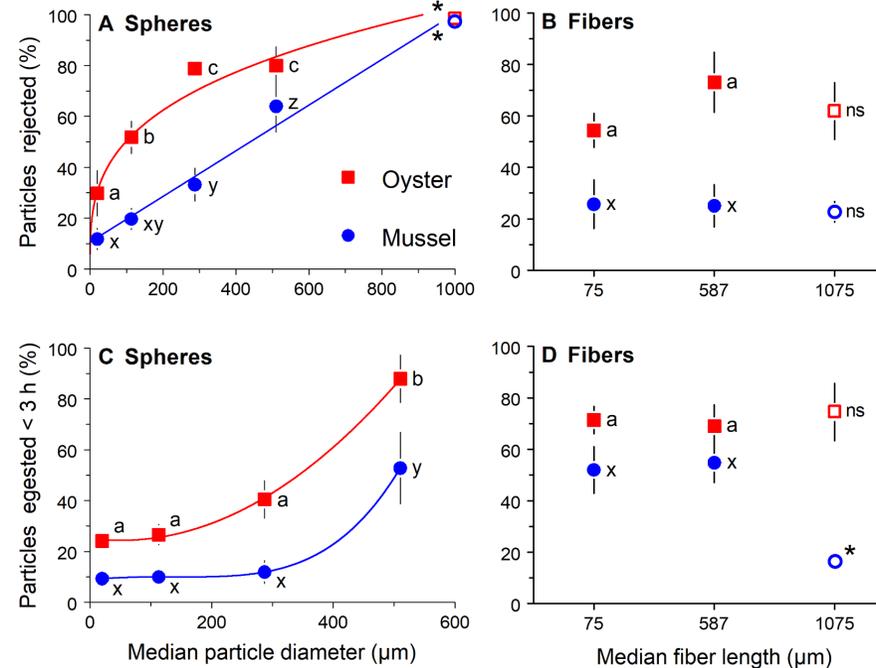
Les moules sont de bons candidats pour mesurer la pollution en MPs dans l'eau



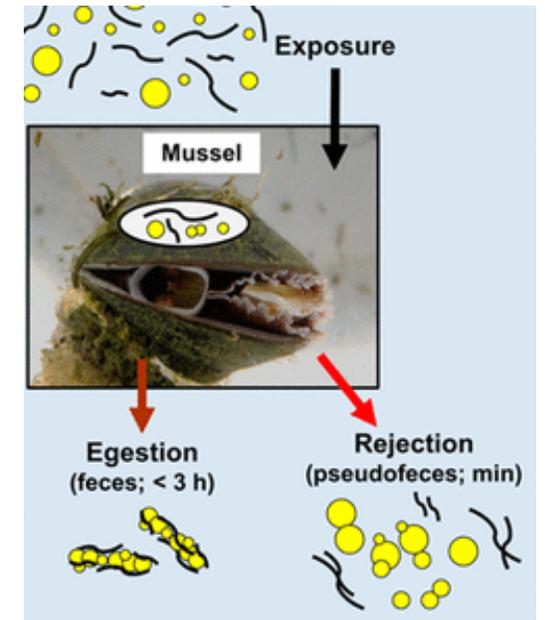
Ding al. 2021 (Sci Total Env)

Plus de rétention dans les tissus chez la moule que chez l'huître

Mais possibles effets de sélection, notamment pour les particules sphériques



Ward al. 2019 (Env Sci Technol)



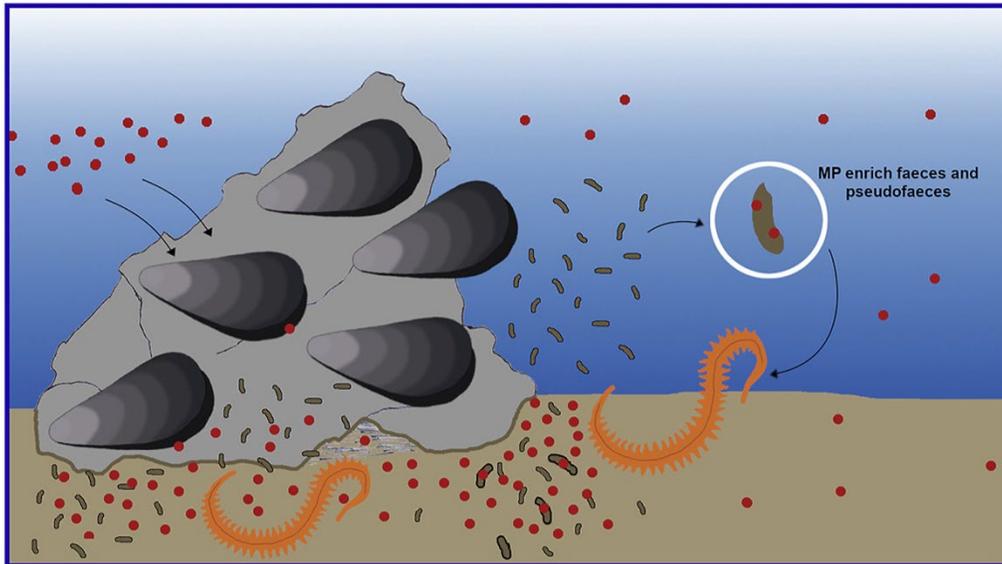
La dépuraction – une autre utilisation possible de ces bivalves ?



Fixation des microplastiques dans les feces et pseudofeces ➔ Biodépôt

Rôle additionnel à l'effet 'digue naturelle'...

Dépuraction de la colonne d'eau en MPs



Piarulli & Airoidi, 2020 (Env Poll)



© M. Bruer



© F.E. Fey-Hoftede et al.



Mais contamination possible des sédiments et de la faune associée...

Merci pour votre attention !

