

LES PLASTIQUES ET LEURS ADDITIFS ORGANIQUES DANS L'ENVIRONNEMENT MARIN

Richard Sempéré, Mélanie Ourgaud
Natascha Schmidt, Javier Castro, Laure Papillon

DALL·E 2



Institut Sciences de l'Océan
Aix-Marseille Université



JPI OCEANS



richard.sempere@univ-amu.fr



PLASTIQUES : TAILLE, FORME & COMPOSITION

Fragmentation des plastiques

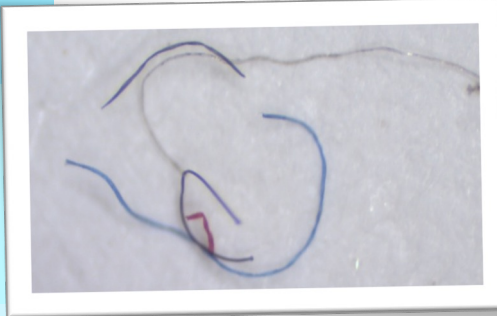
Particle
Colloïdale
Dissolved

Macroplastics
> 200 mm



Plastics are found everywhere and at different sizes

Mesoplastics
5 – 200 mm

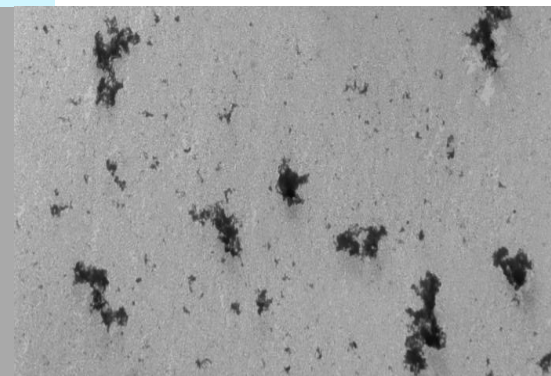


MPs = include mainly fibres, fragments, pellets and beads, foams and films

Microplastics
1 μm – 5 mm

Small microplastics
(0.33–1.00 mm)

Nanoplastics
< 1 μm – 1 nm
(= 0.001mm)



500 nm, © GeoSciences Rennes UMR 6118



KEY RESEARCH:

Costs effective methods and detection of small microplastics and nanoplastics, μFTIR , μRaman , LDIR, TOF-SIMS (Andromeda group)

PLASTIQUES : TAILLE, FORME & COMPOSITION

Fragmentation des plastiques

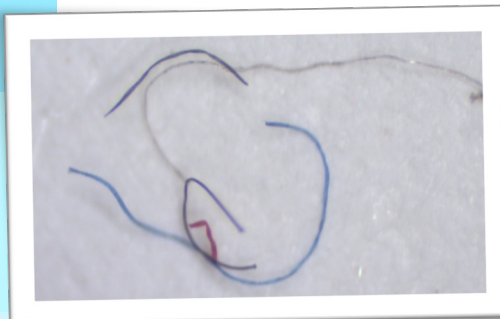
Particle
Colloïdale
Dissolved

Macroplastics
> 200 mm



Plastics are found everywhere and at different sizes

Mesoplastics
5 – 200 mm

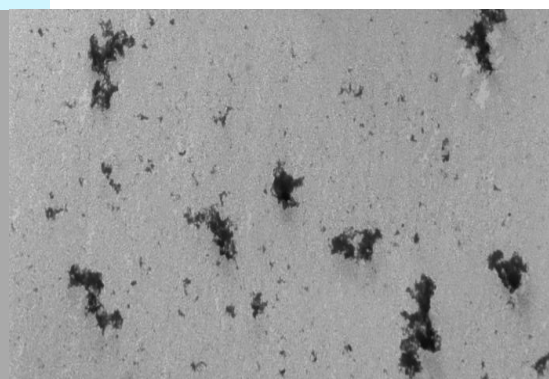


MPs = include mainly fibres, fragments, pellets and beads, foams and films

Microplastics
1 μm – 5 mm

Small microplastics
(0.33–1.00 mm)

Nanoplastics
< 1 μm – 1 nm
(= 0.001mm)



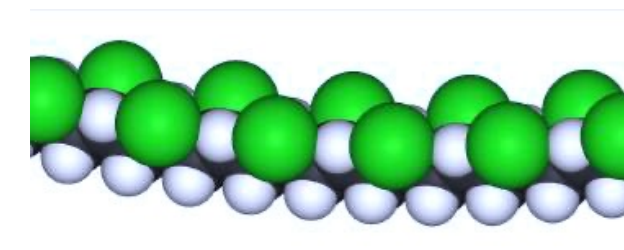
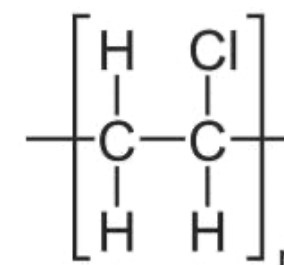
500 nm, © GeoSciences Rennes UMR 6118

Composition chimique

Plastiques = polymérisation de monomères + + additifs (1-20%)

Polymères

Chemical structure of PVC :



Use:

PVC: plastic bottles, jars, tubes

PE: plastic packaging, bags

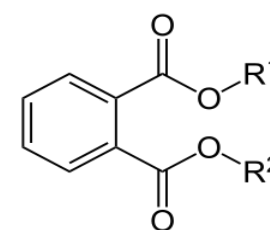
PP: car equipment, garden furniture, carpet fibers

PS: anti-shock packaging, thermal insulation

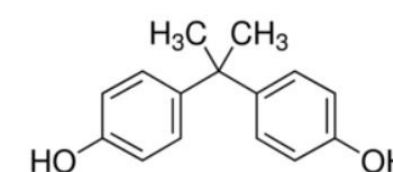
PET: textile fibers, films, bottles

Additifs

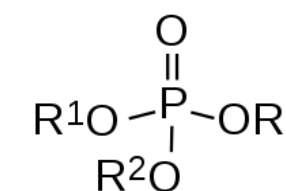
Utilisation: caractère flexible, retardateurs de flamme, colorants, stabilisateurs d'UV



Phthalates (PAEs)



Bisphénols (BPA, BPS)



Organophosphate esters (OPEs)

PRODUCTION DE PLASTIQUES



Source principale de microplastiques: Pneus de voitures



400 million tonnes de plastiques produits/an

Un indicateur de l'Anthropocene (Kramm et al., 2018)

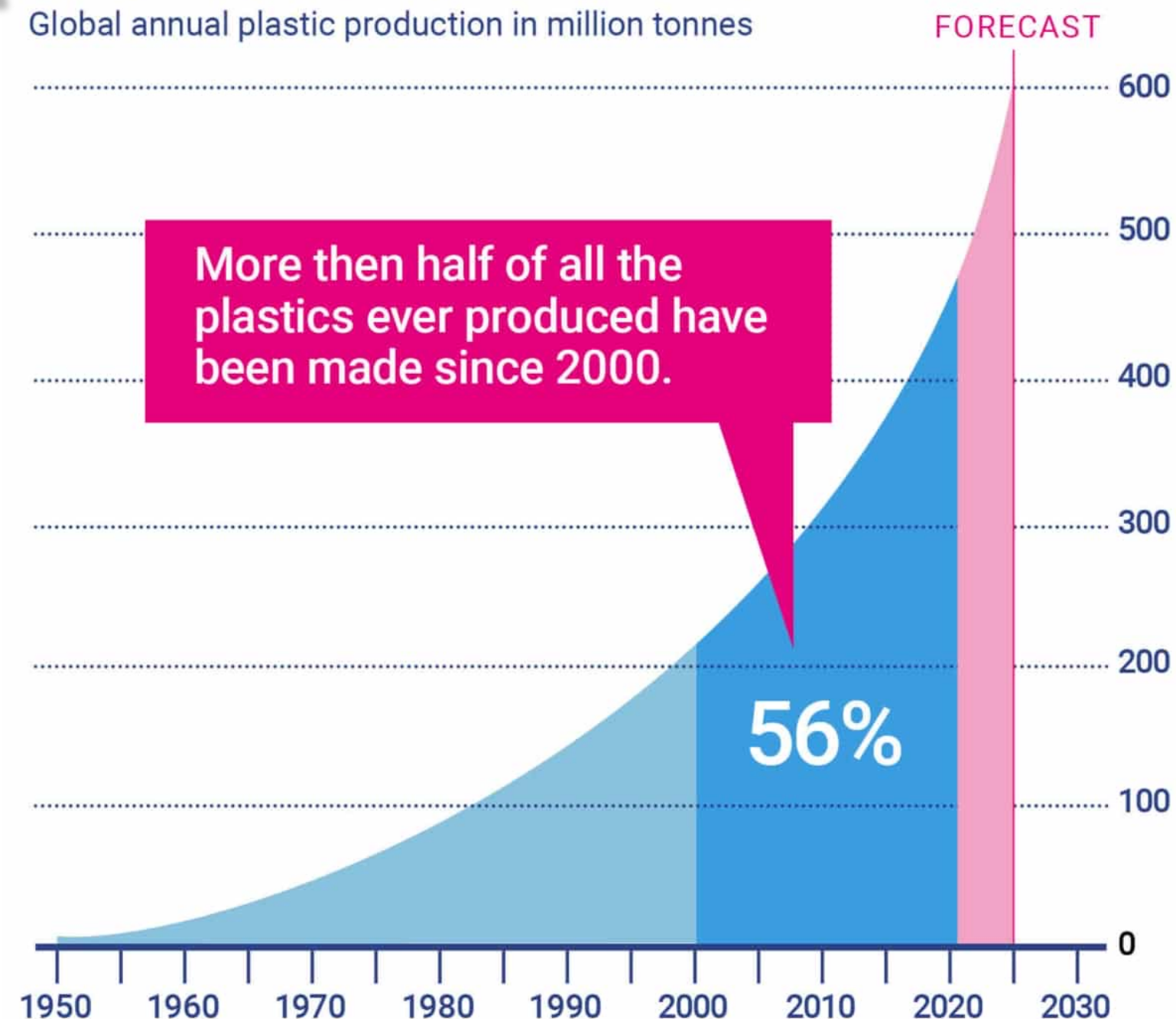
Cette production doit atteindre env. 600 millions tonnes en 2025

Plastiques, qui ne se dégradent que sur des périodes de dizaines ou de centaines d'années, constituent entre 8 et 15 % de la masse des déchets générés par les activités humaines (Hoornweg and Bhada-Tata, 2012)

Néanmoins, seule une petite partie (7 %) des déchets plastiques est effectivement recyclée. (World Economics Forum, 2020)

PRODUCTION OF PLASTIC

Global annual plastic production in million tonnes



More than half of all the plastics ever produced have been made since 2000.

56%

FORECAST

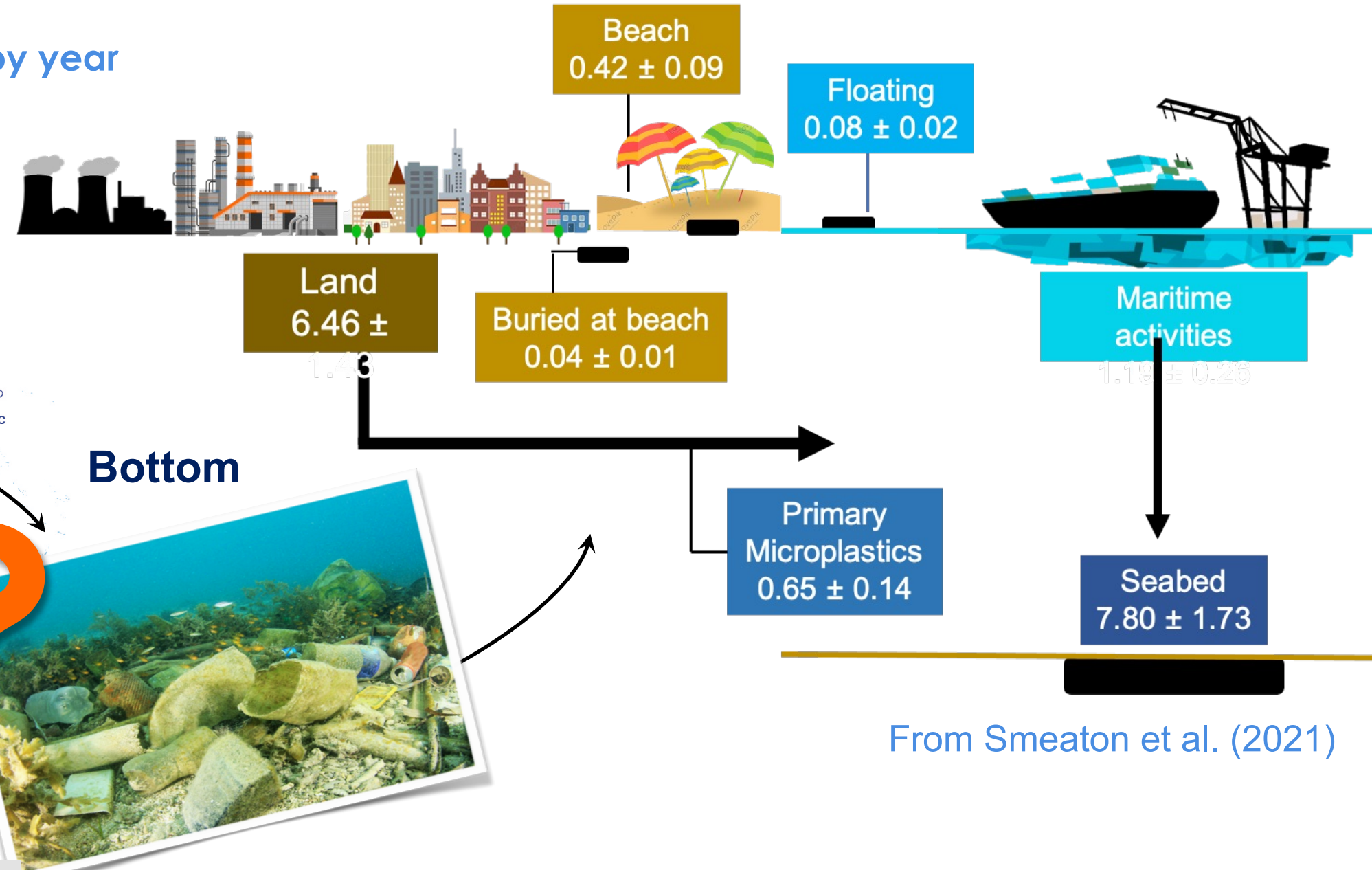
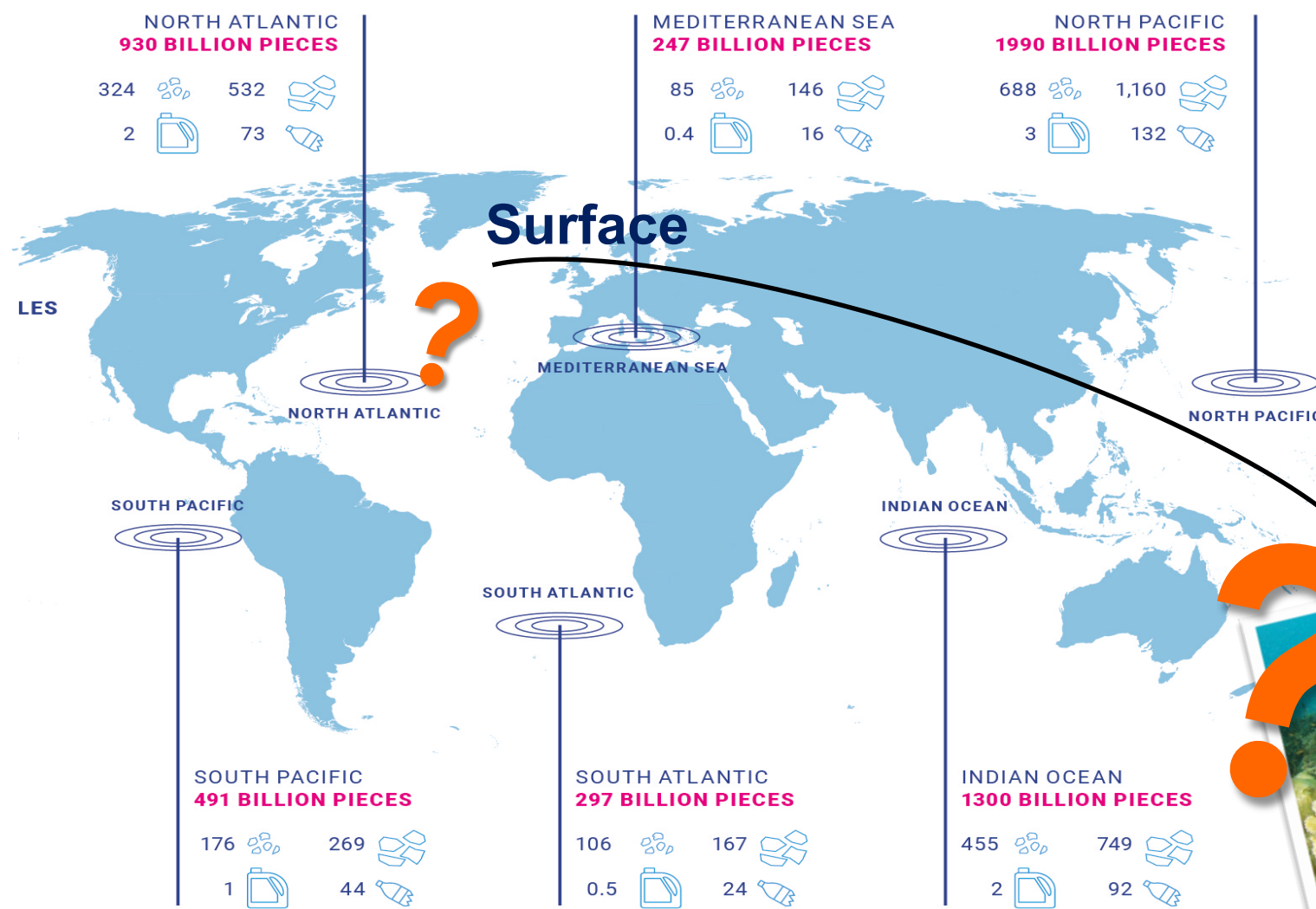
PLASTIQUES DANS LES OCEANS

Environ 12 millions de tonnes de débris plastiques pénètrent chaque année dans les mers du globe (Jambeck et al., 2015 ; Stubbins et al., 2021)

Près de 80 % du plastique présent dans l'océan est émis par les petites ou grandes rivières qui traversent des zones fortement peuplées

PLASTIC SOUP

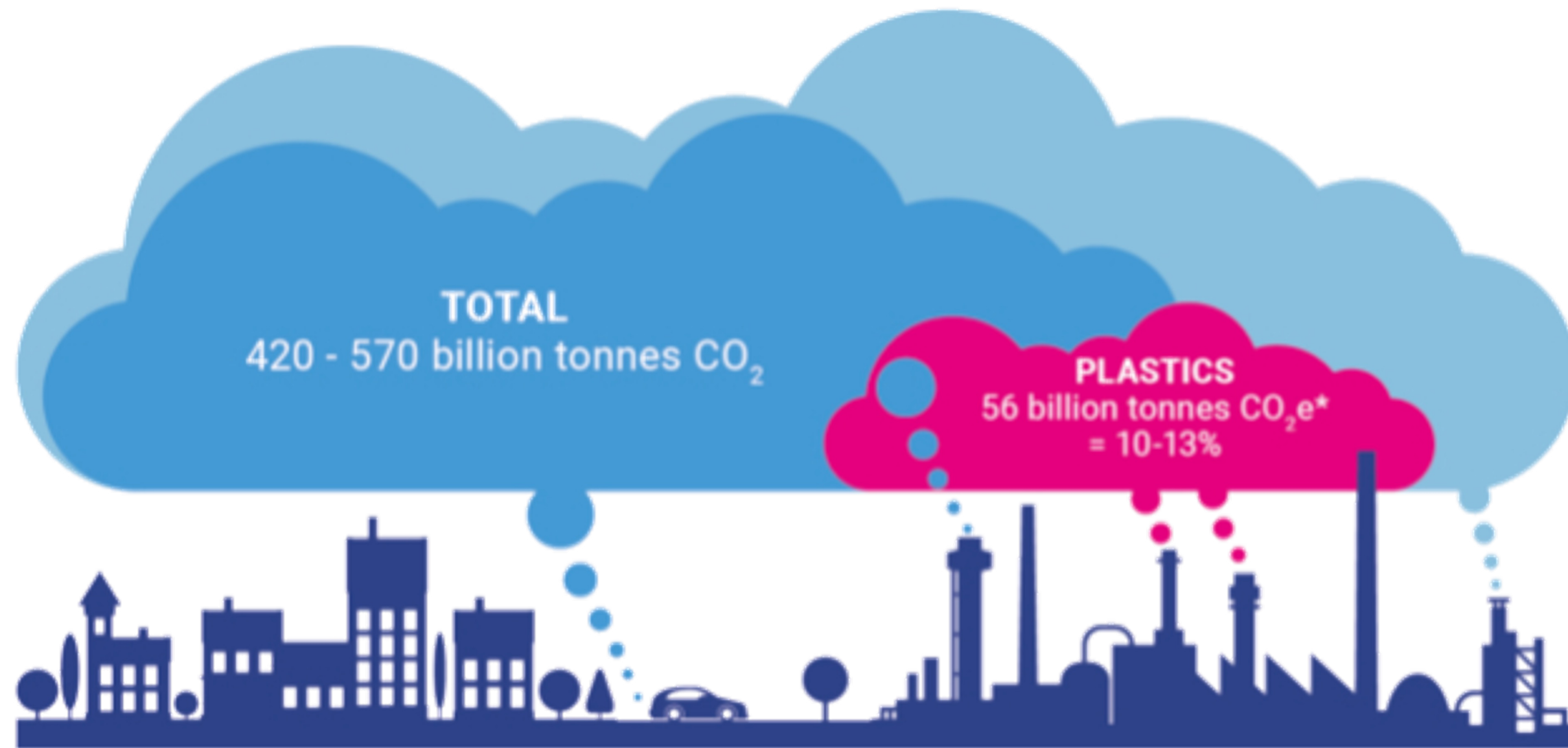
Estimated quantities of plastic in major marine areas, total and by size, in billion pieces (rounded numbers). **+ ~20 Mt by year**



From Smeaton et al. (2021)

99% = colonne d'eau et dépôt le long de la côte, consommation par la faune, accumulation sur le sédiment (Smeaton et al., 2021)

CYCLE DU CARBONE & LES PLASTIQUES



PLASTIC & CLIMATE CHANGE

Projected share of CO₂ emissions from global plastic production, maximum budget to meet 1.5 degree warming target* by 2050.

* CO₂ equivalents: unit of measurement for standardizing the climate impact of different greenhouse gases.

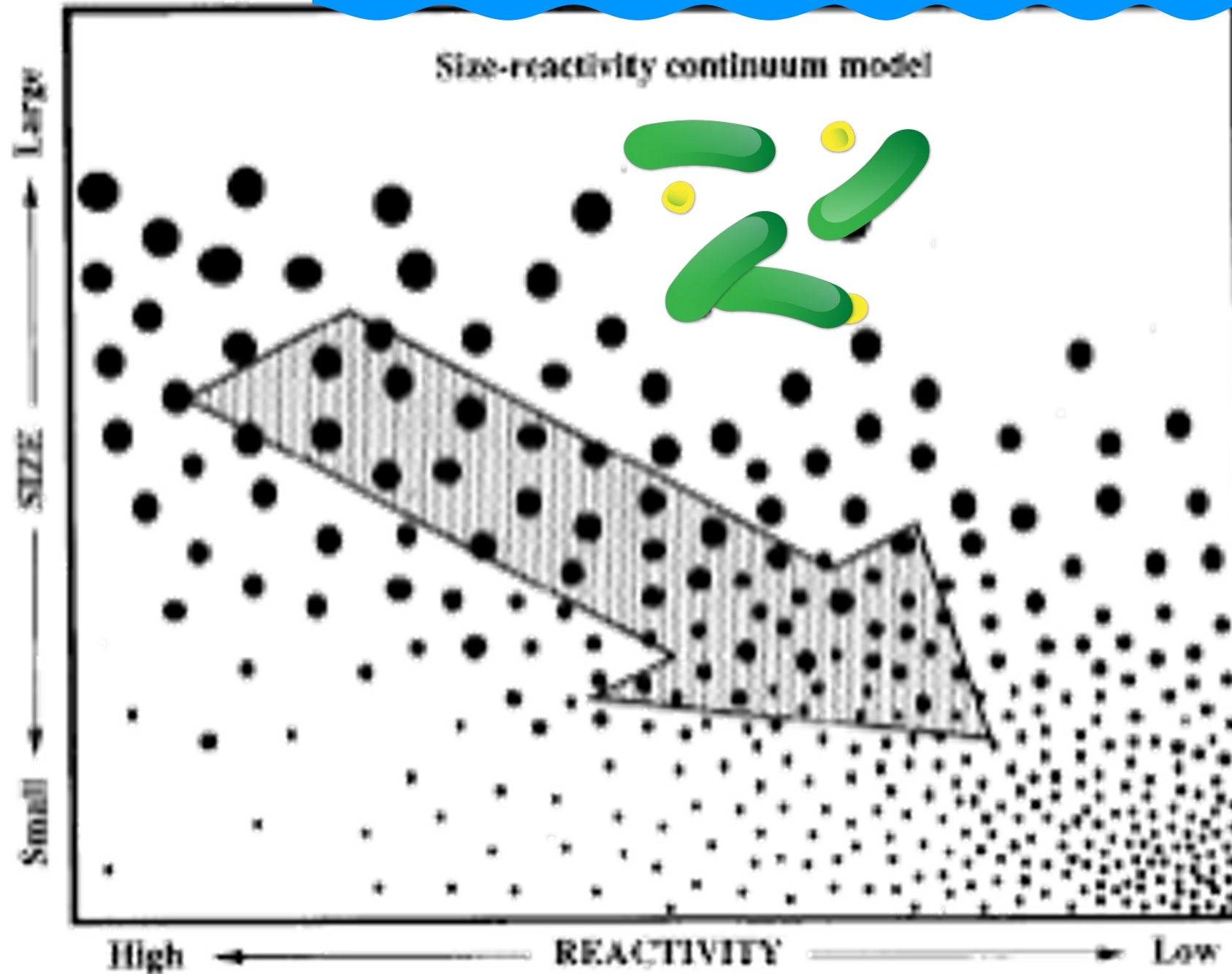
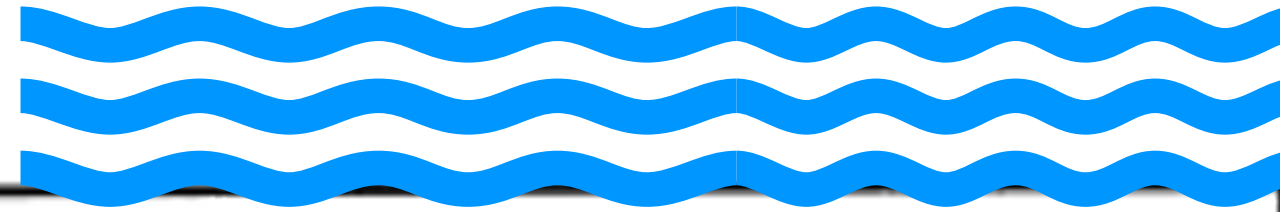
En Océanographie :

Smeaton (2021) : La plupart des C-plastiques entrant dans l'environnement marin seront plus élevés que les flux de C biogénique dans les Fjords ou dans l'environnement pélagique dans un futur proche

C-Plastic = carbone fossil fuels fossiles

Objective of 1.5 °C pour 2050 → L'émission maximale de 570 milliards de tonnes de CO₂. Sur ce total, 10 à 13 % seront émis par la production de plastique et l'incinération des déchets plastiques

VIEILLISSEMENT DES PLASTIQUES : FRAGMENTATION, DEGRADATION, MIGRATION D'ADDITIFS

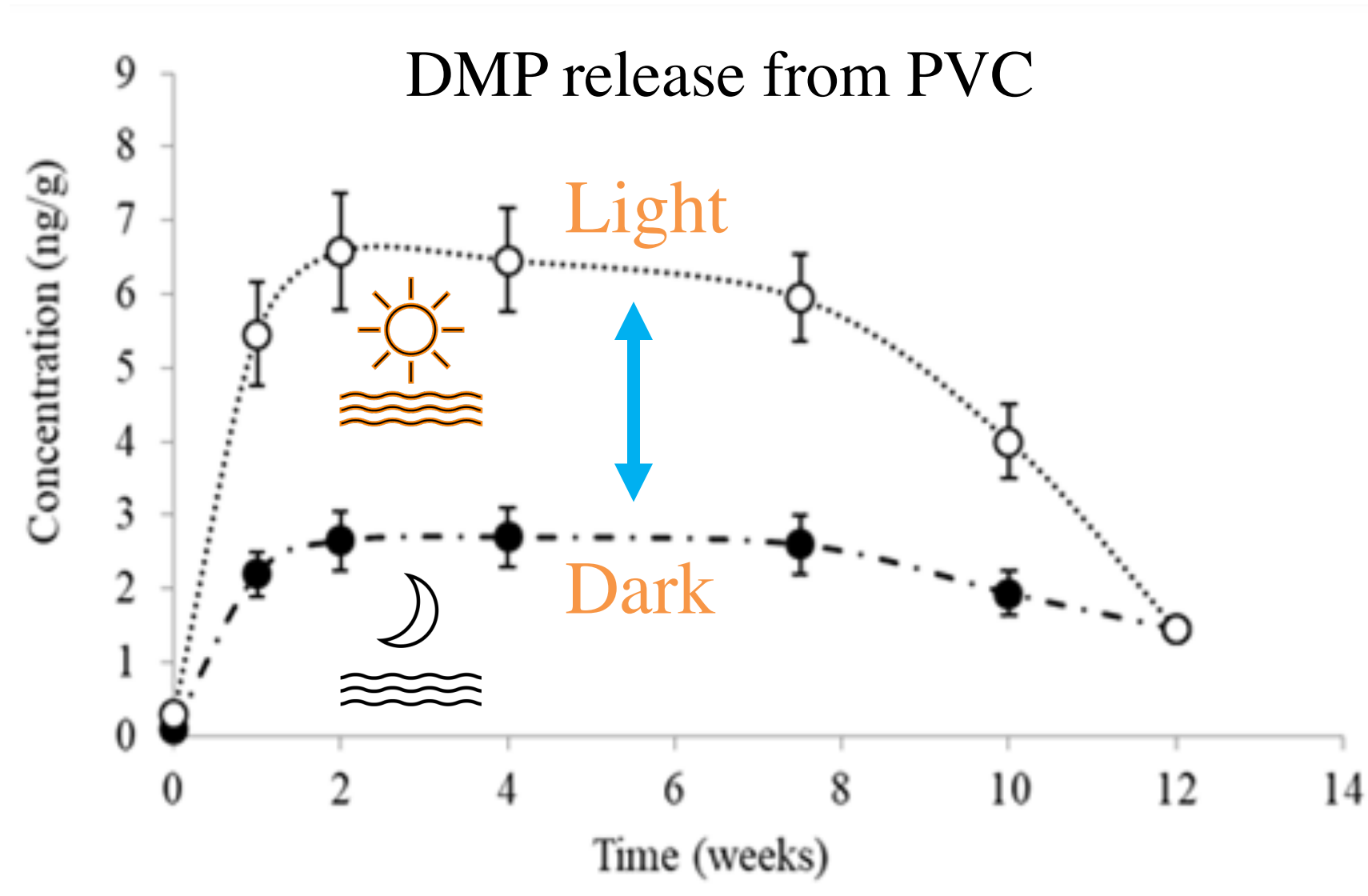


Le plastique est dégradé par :
actions mécaniques, UV, bactéries

Processus de fragmentation au cours du vieillissement du plastique

→ migration de microplastiques, nanoplastiques et additifs

MIGRATION DES ADDITIFS À PARTIR DES PLASTIQUES

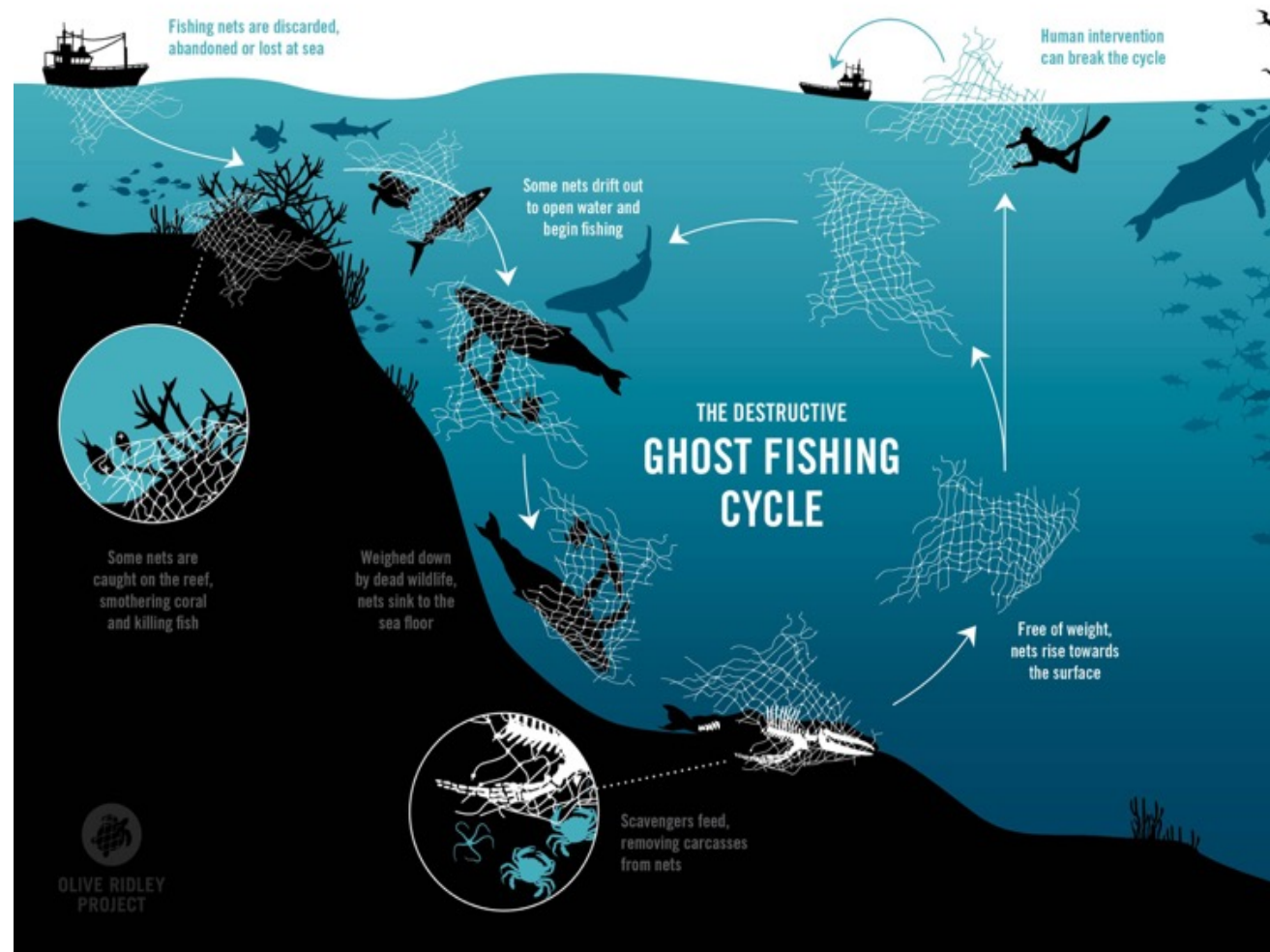


La lumière augmente la libération des phtalates depuis le plastique.
Effet retardant de la pression hydrostatique pour certains OPEs.

Paluselli et al., 2019, Environ. Sci. Technol 53(1) 166-175; Fauvelle et al. (2021)

IMPACTS DES PLASTIQUES

Effets : dépendent de la taille des plastiques

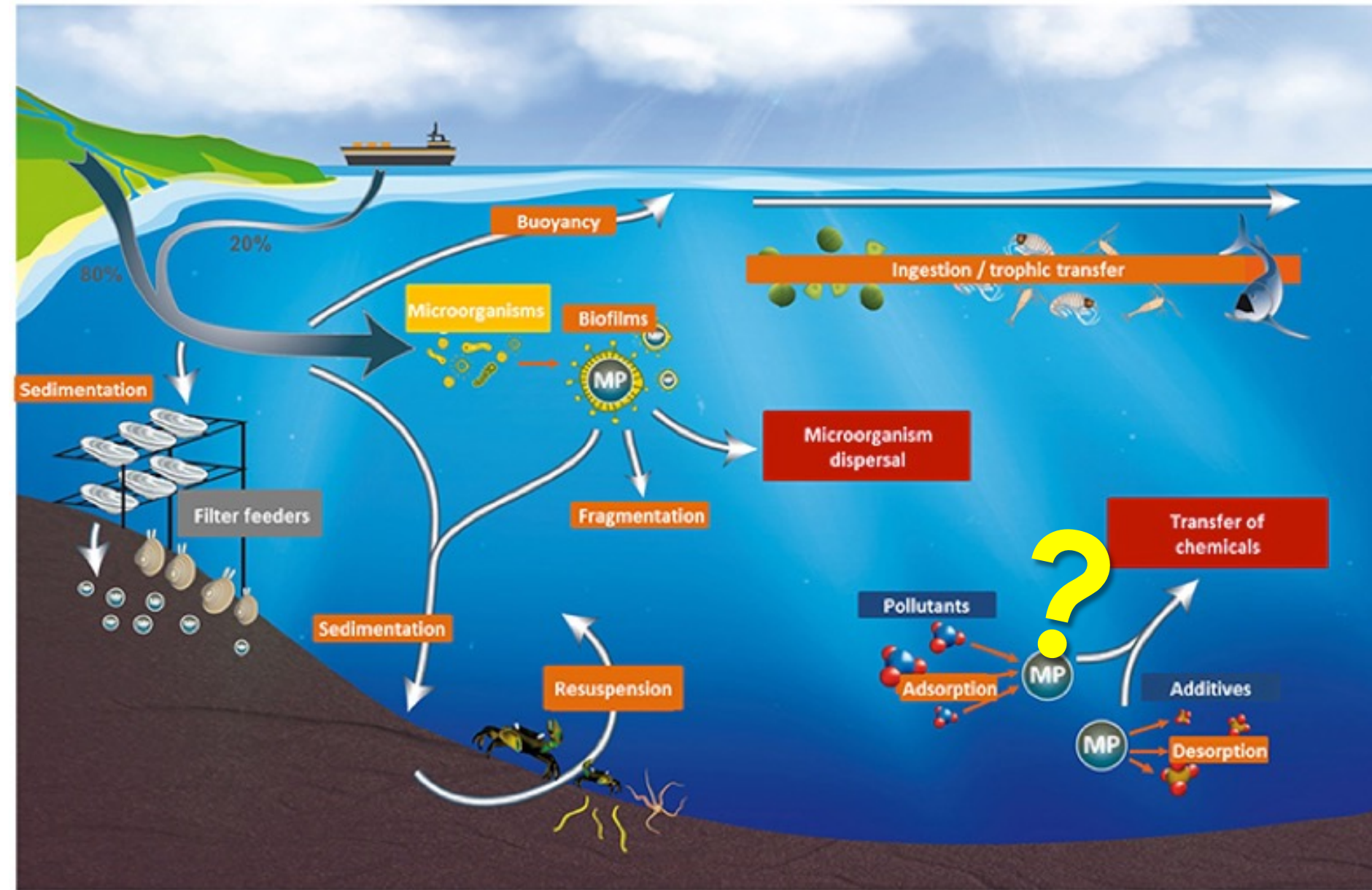


MACRO-DECHETS:

Cycle des filets fantômes,

Etranglement, sentiment de satiété

Effets mécaniques à partir de l'ingestion



MICROPLASTIQUES (MP) :

Dans le réseau trophique : MPs assimilés par les filtreurs, les poissons. La plupart des MPs sont très probablement excrétés

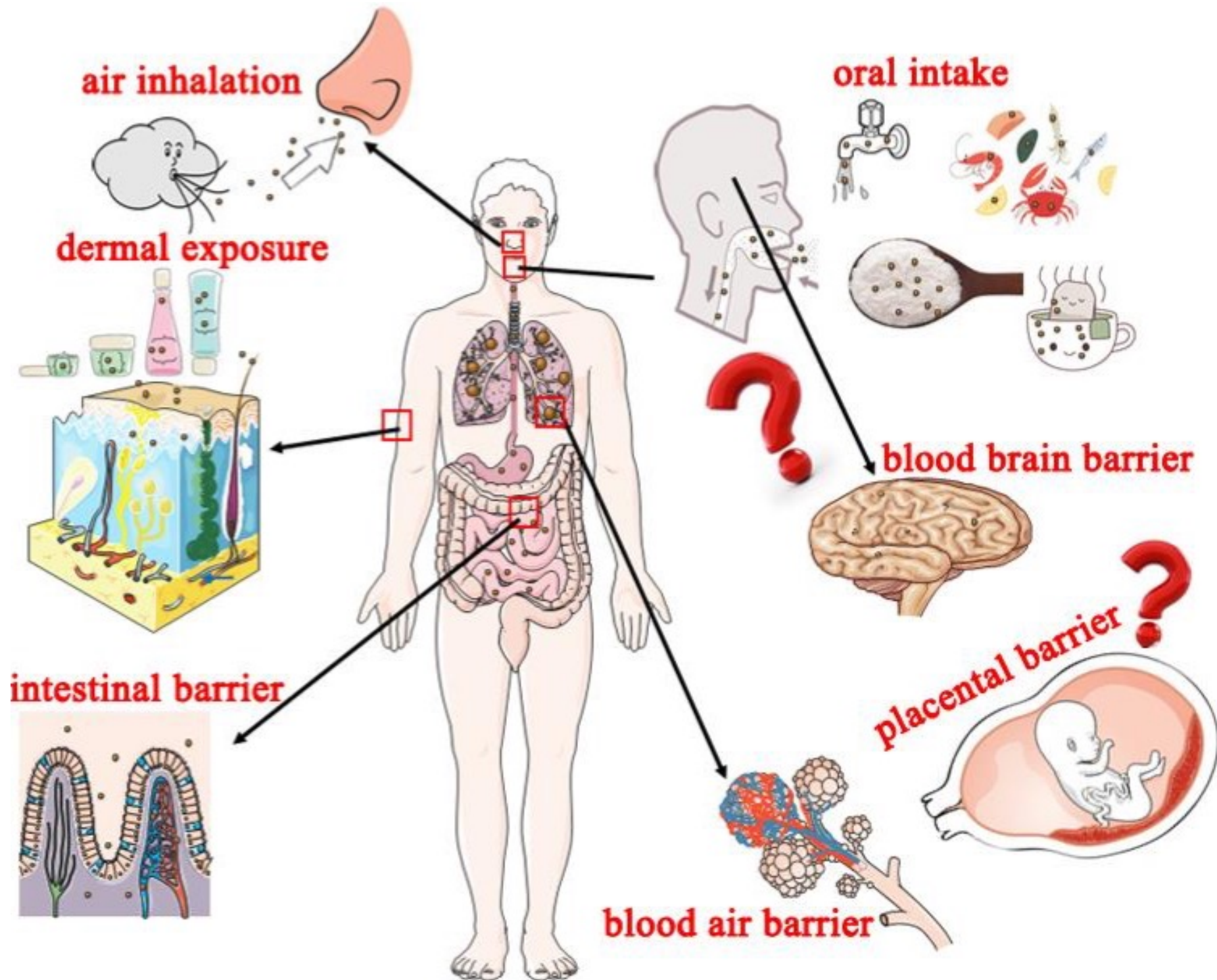
RECHERCHES CLEFS: Fragmentation au sein des organismes vivants. Accumulation, réseau alimentaire, transfert des nano-plastiques.

IMPACTS DES NANOPLASTIQUES ET D'ADDITIFS ORGANIQUES

Additifs : PAEs, OPEs, Bisphenols, etc.]

Les composés hydrophobes ont tendance à s'adsorber sur les particules et le sédiment: observés dans des organismes (plancton, mollusques, poissons, mammifères marins).

→ Transfer dans le reseau → **Human** : perturbateurs endocriniens, neurotoxiques



Nanoplastiques peuvent pénétrer dans les cellules-**Toxicités variées**
Toutefois, les études ont peu exploré la toxicité potentielle des **nanoplastiques** sur les humains

PRÉSENCE DE MACRO-PLASTIQUES DANS L'EAU DE SURFACE

Cas du Rhône et flux dans le GoL (Projet RIMMEL)

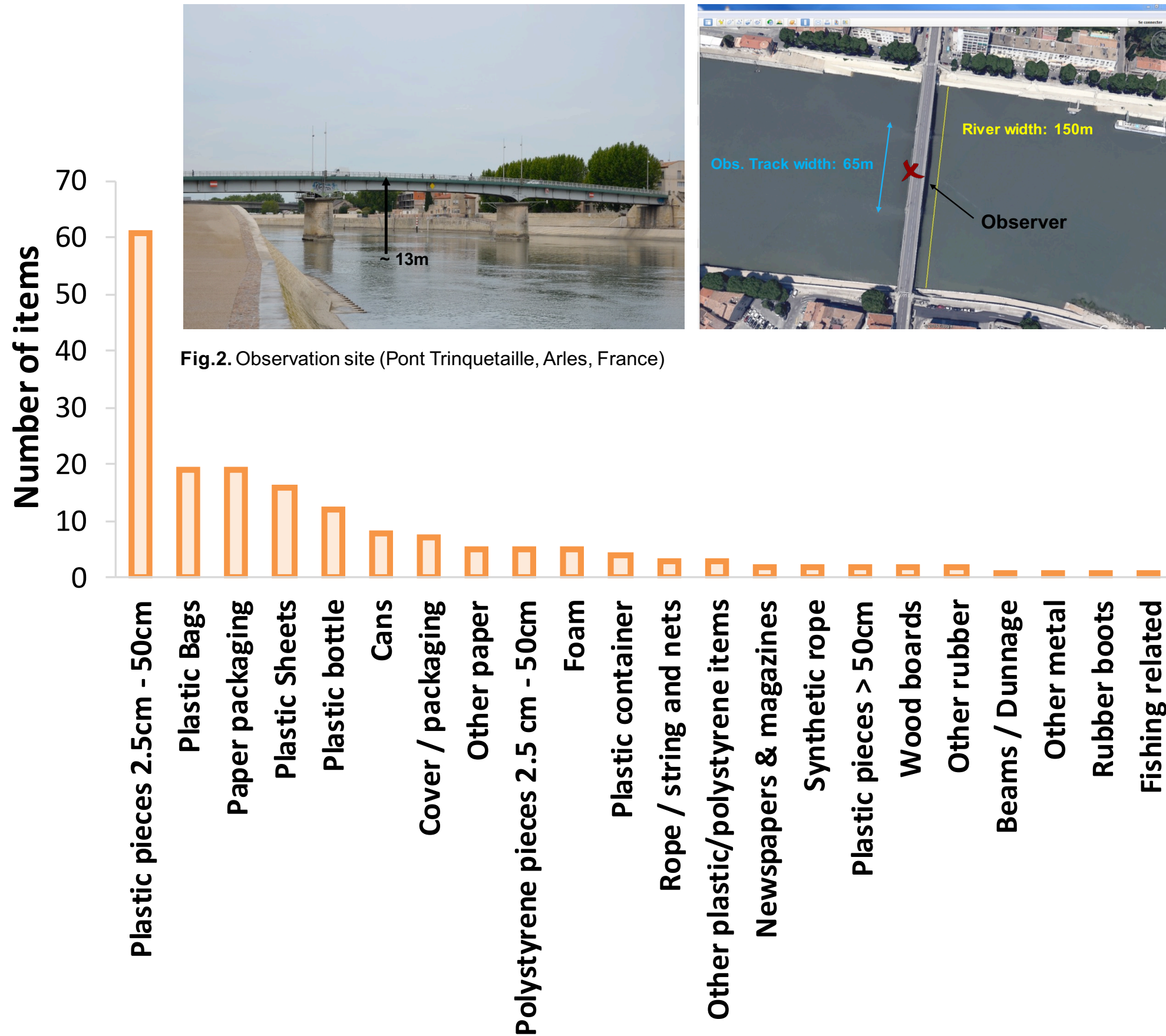
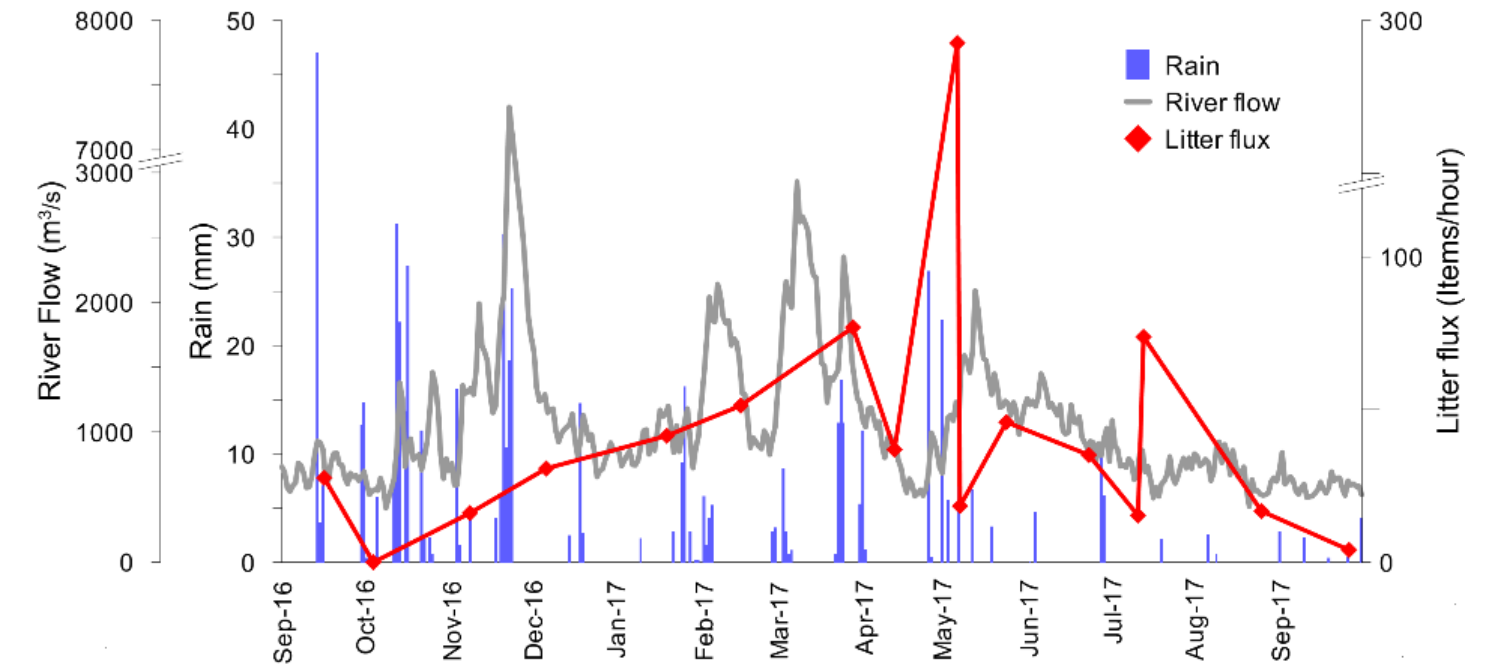
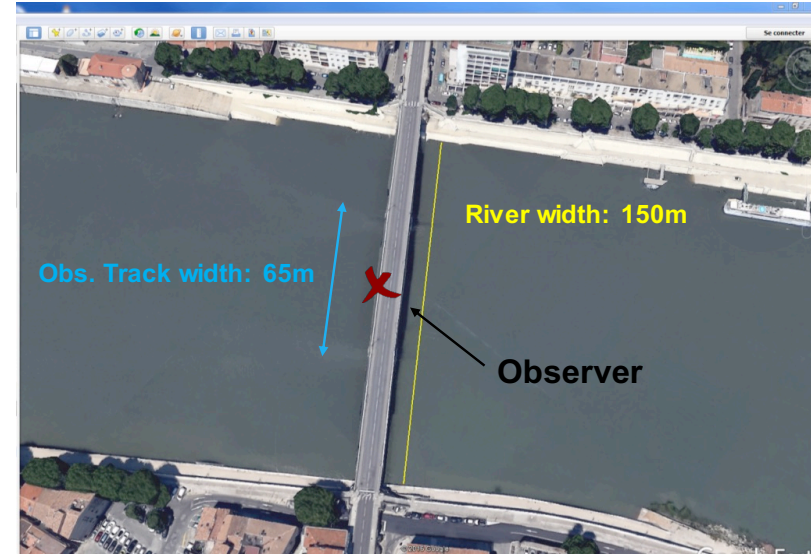


Fig.2. Observation site (Pont Trinquetaille, Arles, France)



**Les plastiques représentent 77 %
des macrodéchets**

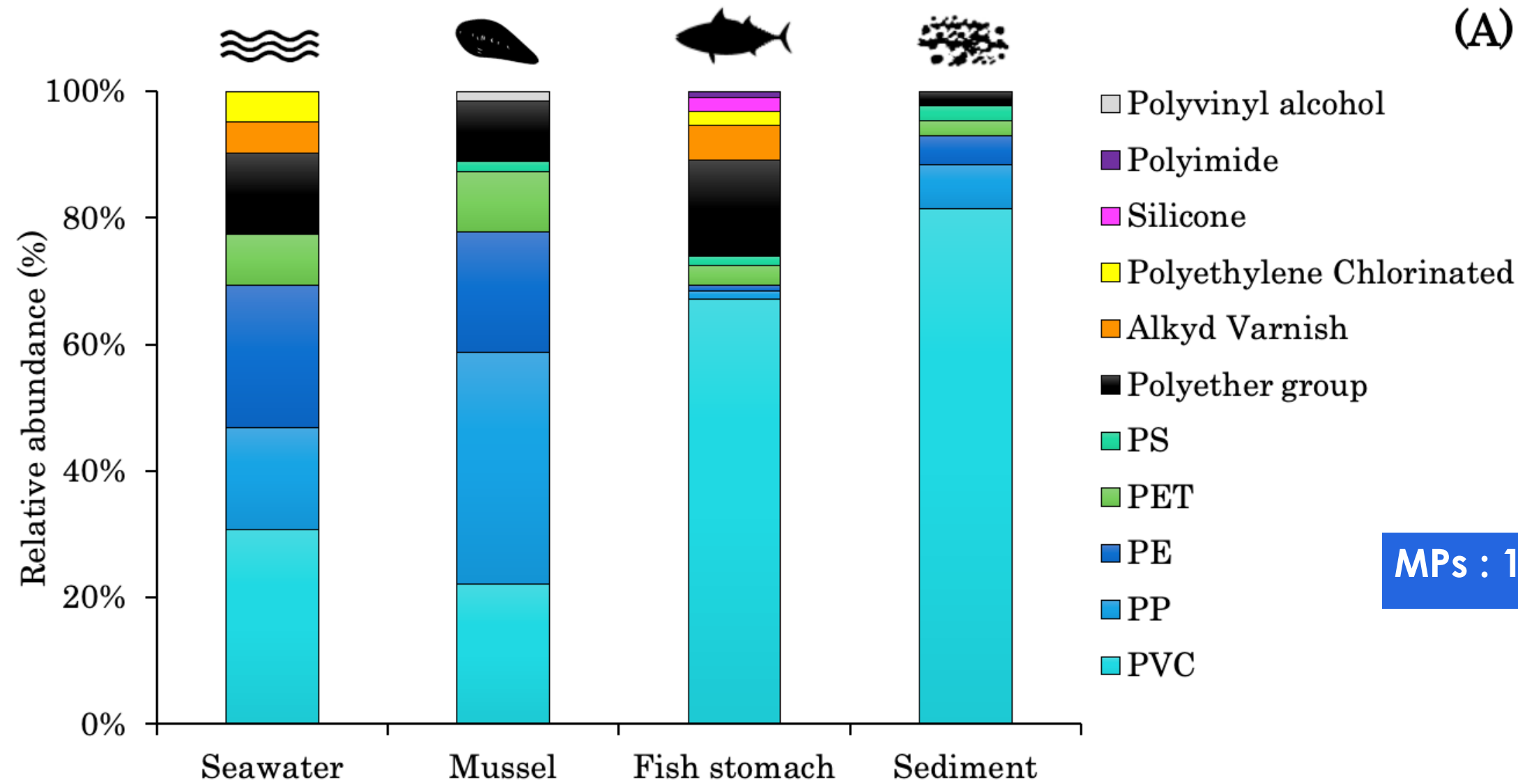


**~220 000 items /an plastiques
flottants atteignent le GoL
(~ 0.7 t/an)**

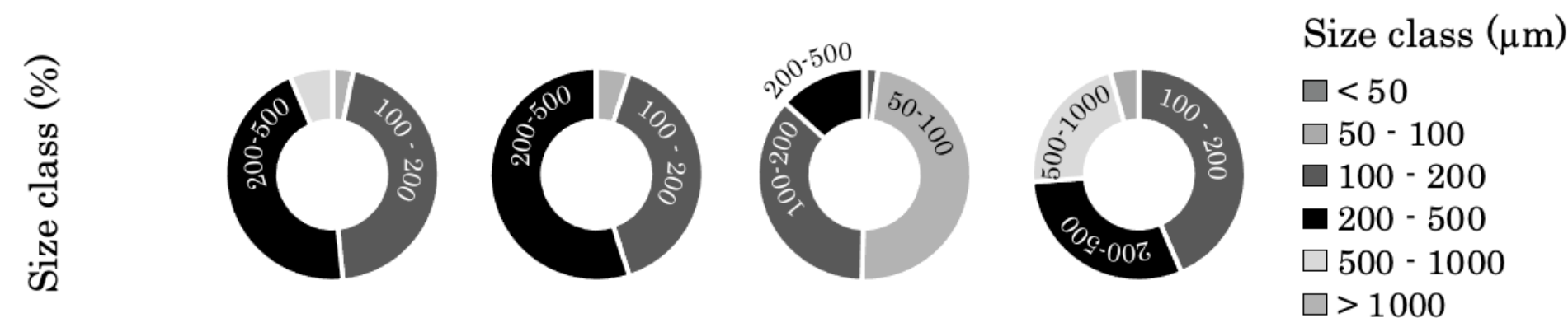
PRÉSENCE DE MICRO-PLASTIQUES DANS L'ENVIRONNEMENT

Méditerranée Nord Occidentale (Projets CAREMED-PLASTIFSED)

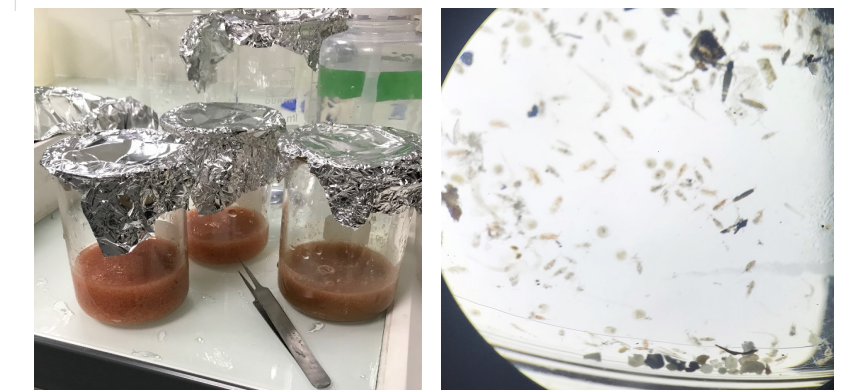
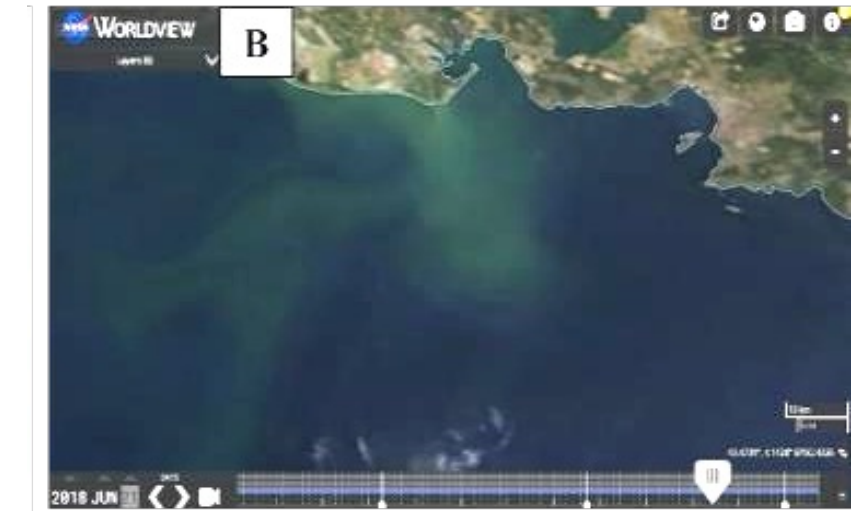
Spectrométrie infrarouge : LDIR Laser Direct InfraRed (Agilent 8700)
Région de l'infrarouge moyen (1800 à 975 cm^{-1})



MPs : 11 μm à 2 172 μm

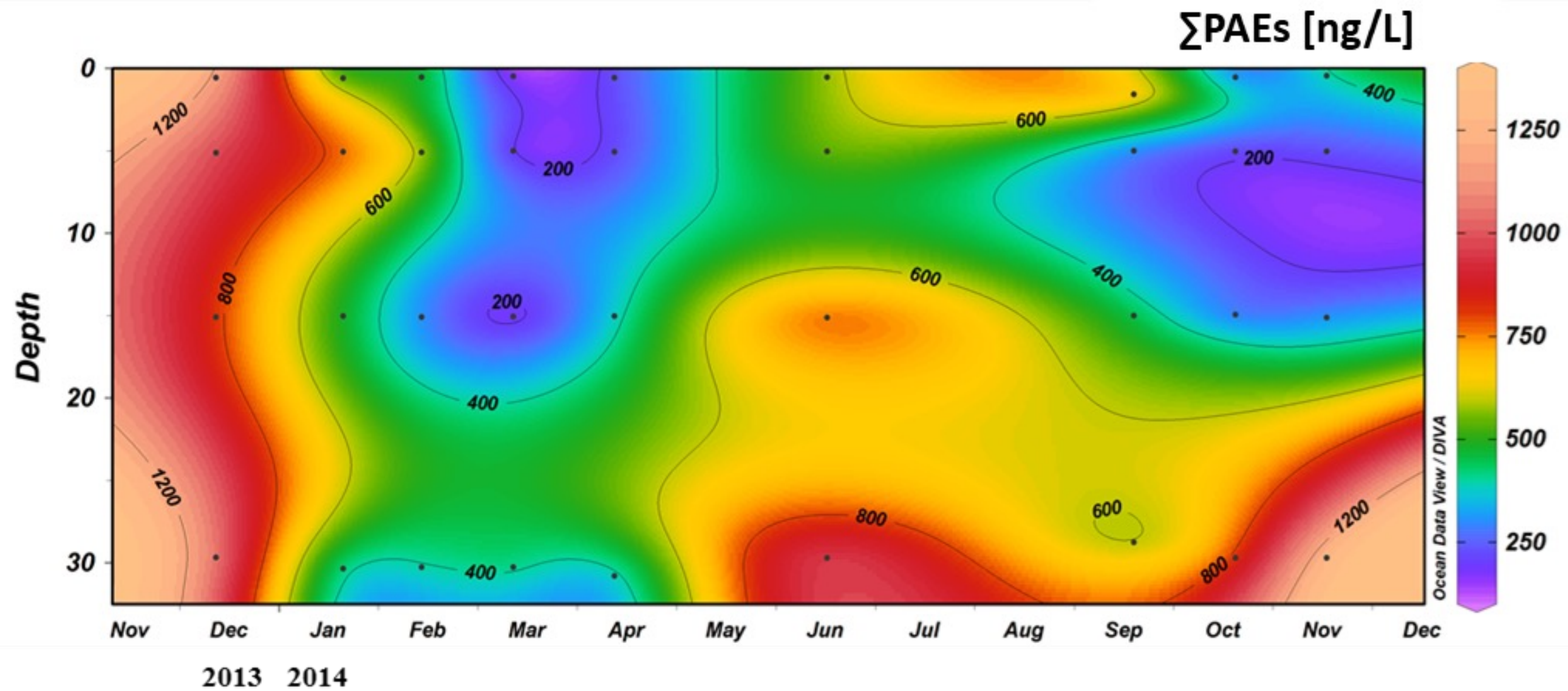


Ourgaud et al., (2022)



ADDITIFS DES PLASTIQUES: PHTALATES (PLASTIFIANTS)

EN BAIE DE MARSEILLE



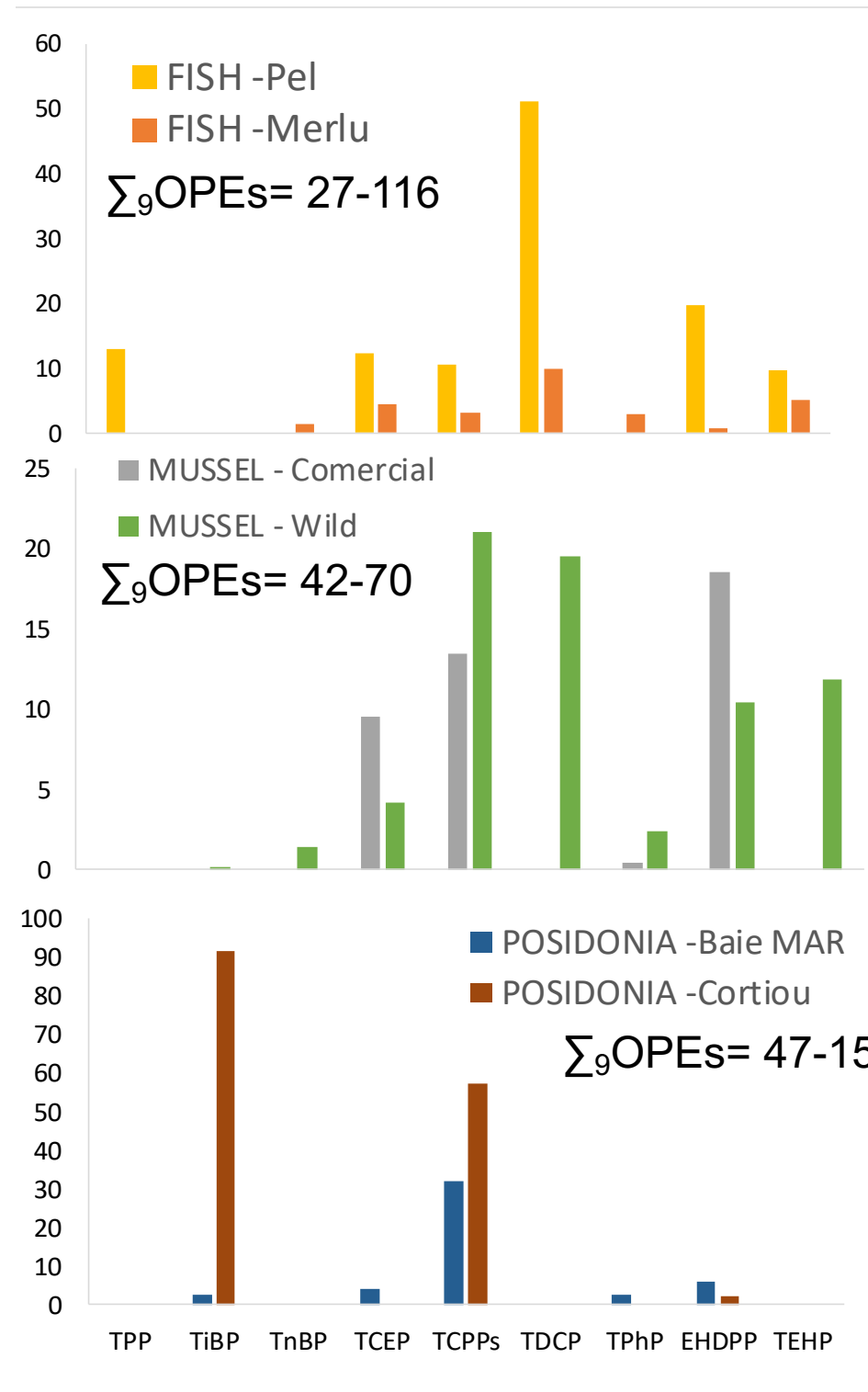
Concentration maximale en phtalates en bas de la colonne d'eau (Marseille)
Rôle des débris plastiques benthiques ?

Paluselli et al., 2018, Sci. Tot. Environ. 621 (578-587)

OPEs ET PAEs : POISSONS, MOULES ET VÉGÉTATION MARINE

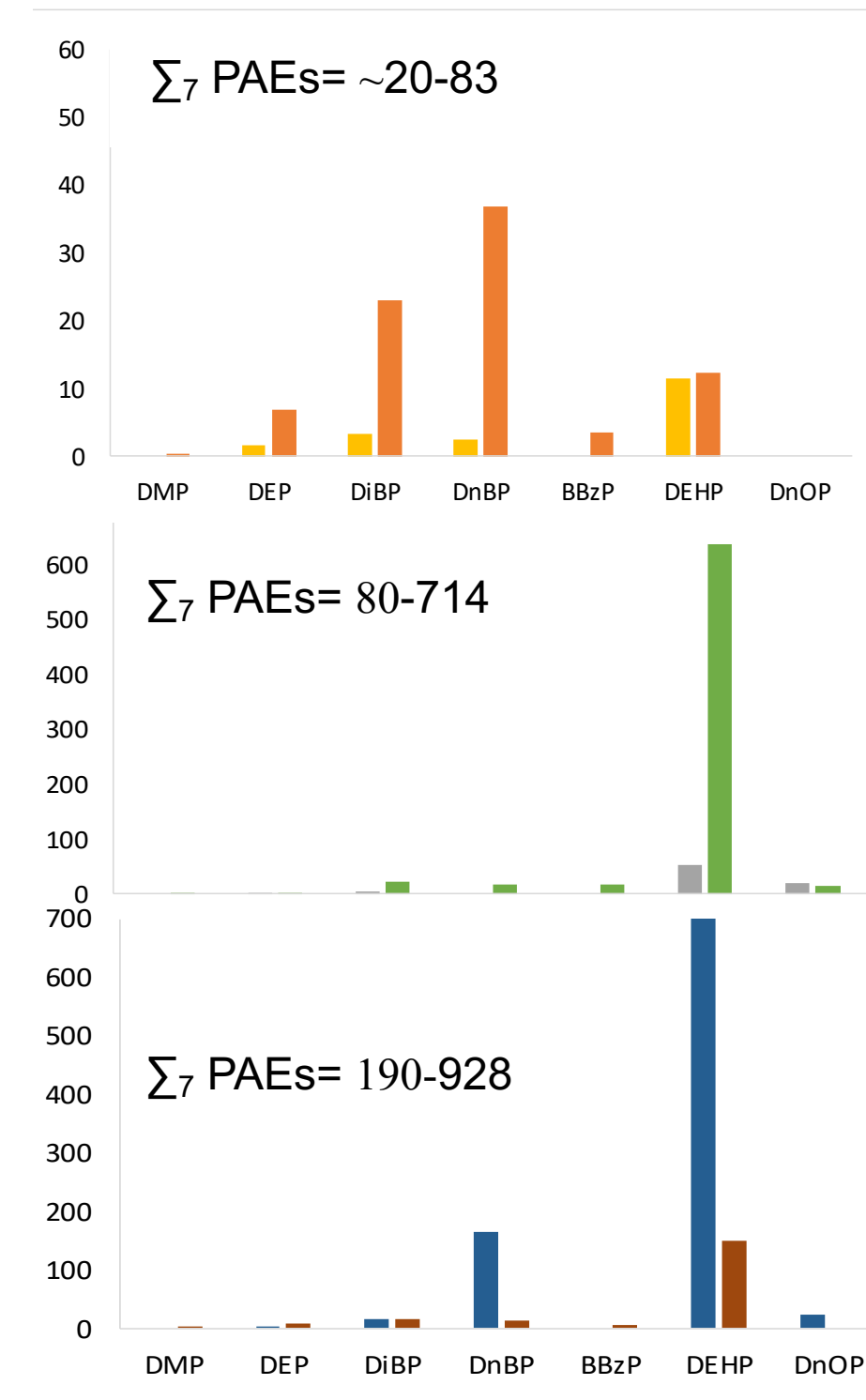
(Projet ECOMARE)

OPEs
ng g⁻¹ d.w.



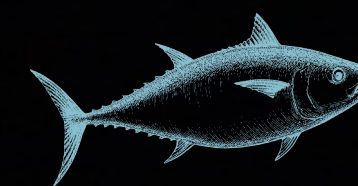
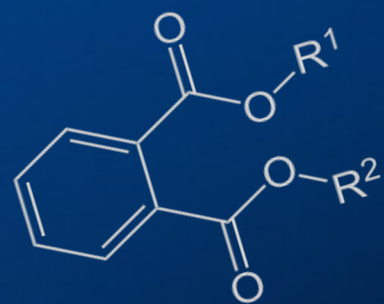
~
<<
<<

PAEs
ng g⁻¹ d.w.

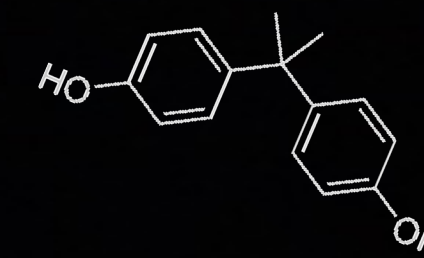


CONCLUSIONS

- Les plastiques sont présents partout sur la planète. Leur dégradation produit des MPs, des nanoplastiques et des perturbateurs endocriniens qui peuvent pénétrer dans les organismes et causer des effets néfastes aux organismes
- La meilleure solution serait d'interdire leur utilisation. Cela semble difficile à court terme, mais c'est la direction que les sociétés doivent prendre
- Parallèlement, nous devons développer la prévention et la rétention
- Le développement de l'industrie du recyclage
- En même temps, nous devons poursuivre la détection dans les rivières et en mer pour vérifier l'efficacité des mesures prises
- Ces mesures technologiques doivent être prises conjointement avec des actions socio-économiques et de gouvernance
- La plupart des solutions étaient techniquement immatures (TRL<6). Atteindre un TRL 9 : collaboration entre tous les acteurs
- Nécessité d'une recherche interdisciplinaire et d'une coopération entre les scientifiques et les parties prenantes (secteur privé, industrie, ONG)
- Formation interdisciplinaire.



MERCI POUR VOTRE
ATTENTION



richard.sempere@univ-amu.fr

<https://www.andromedaproject.net>

DALL-E 2

