

Thème PORTS

Projet MARINA – Macroplastiques et AntibioRésIstance en zones portuaires et Naturelles

Yen VO HOANG, Agnès MASNOU, Mylène TOUBIANA, Fabien GAUVRY, Thomas CADIOU, Patrick MONFORT, Estelle JUMAS-BILAK, Patricia LICZNAR-FAJARDO



HydroSciences
Montpellier

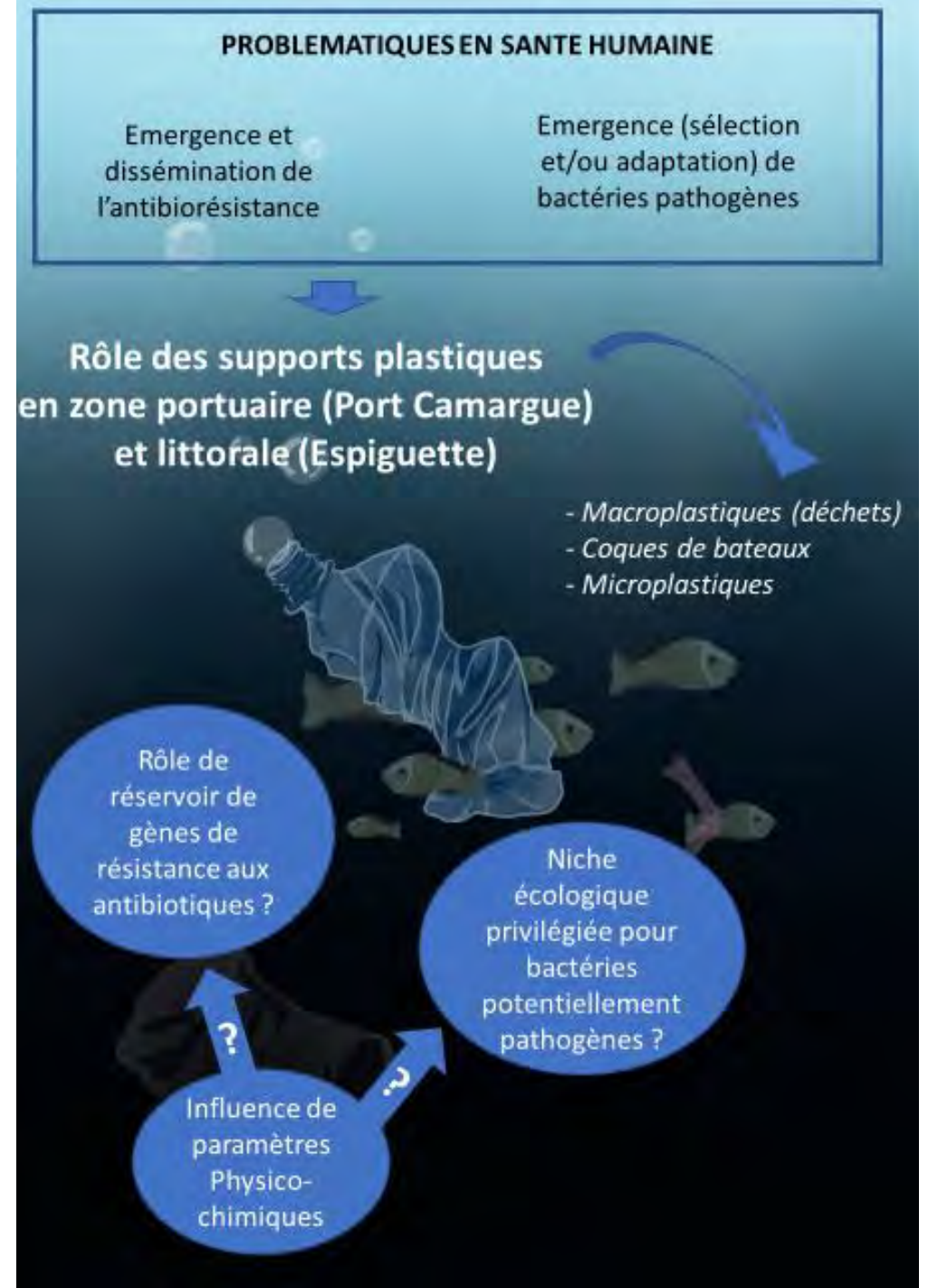


Séminaire annuel de l'OHM Littoral méditerranéen, Marseille, 25 mars 2025

- ❑ Présentation des problématiques :
 - de l'antibiorésistance
 - de la résistance de bactéries hydriques (*Vibrio* sp.)
 - de la pollution plastique

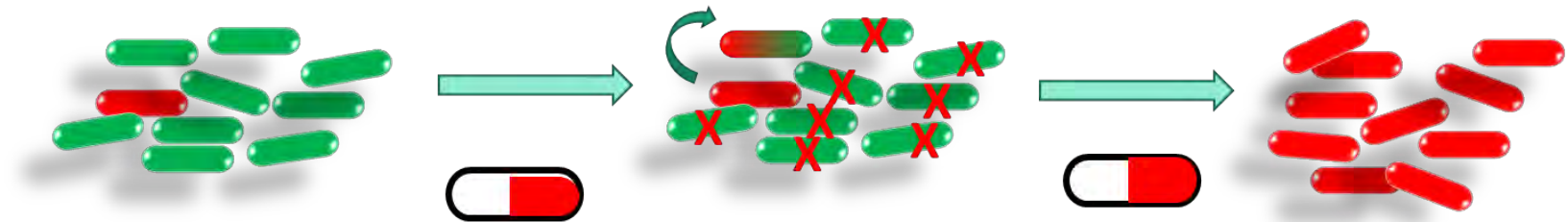
- ❑ **Projet Marina :**
Hypothèses et objectifs
Territoire d'étude: Port Camargue
Stratégie 1: pêche de plastiques
Stratégie 2: dispositif de mise en eau de plastiques

- ❑ **Expérimentations pour Marina**
 - Programme
 - Résultats attendus



Antibiorésistance

Pression de sélection => antibiorésistance



Pression de sélection
(antibiotiques ou autre
pression
environnementale)

Emergence

Persistence

Dissémination

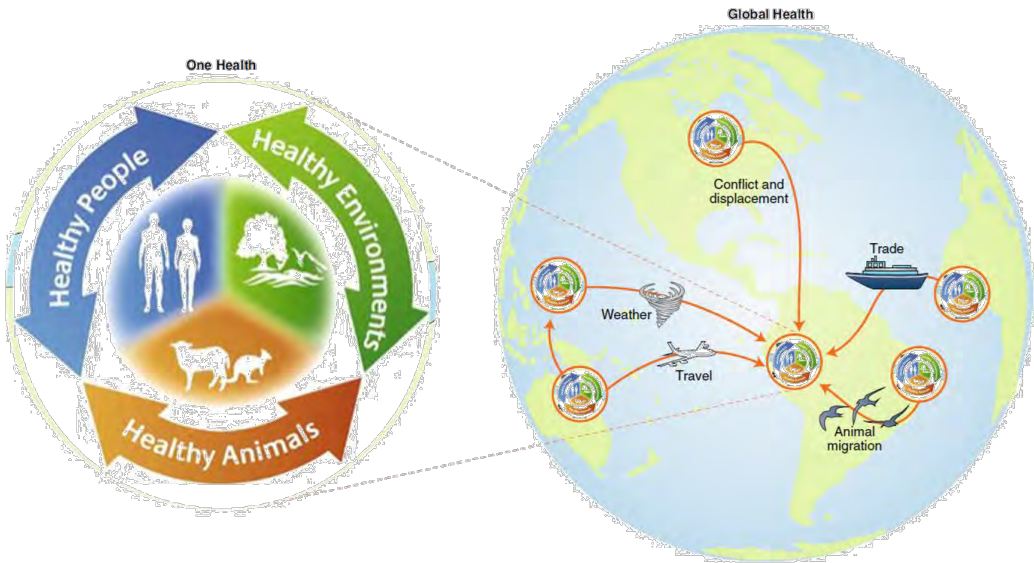
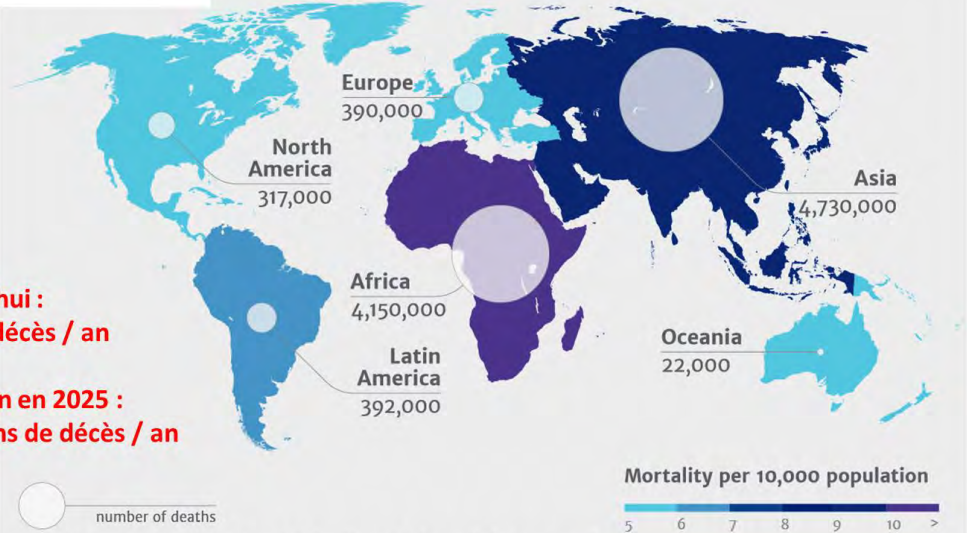
- Bactérie sensible
- Bactérie résistante (résistance naturelle, mutation, acquisition de gène)

Prévisions pour 2050...

Review on Antimicrobial Resistance
Tackling drug-resistant infections globally

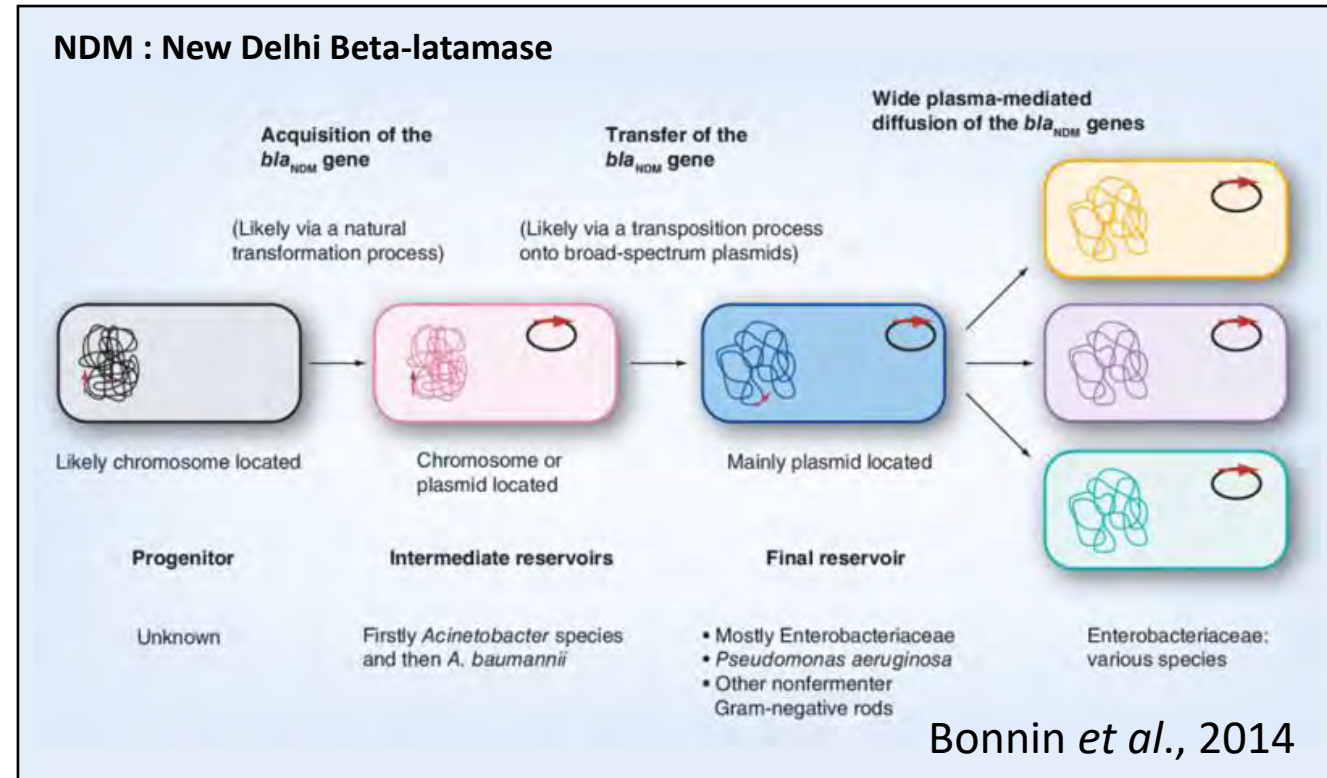
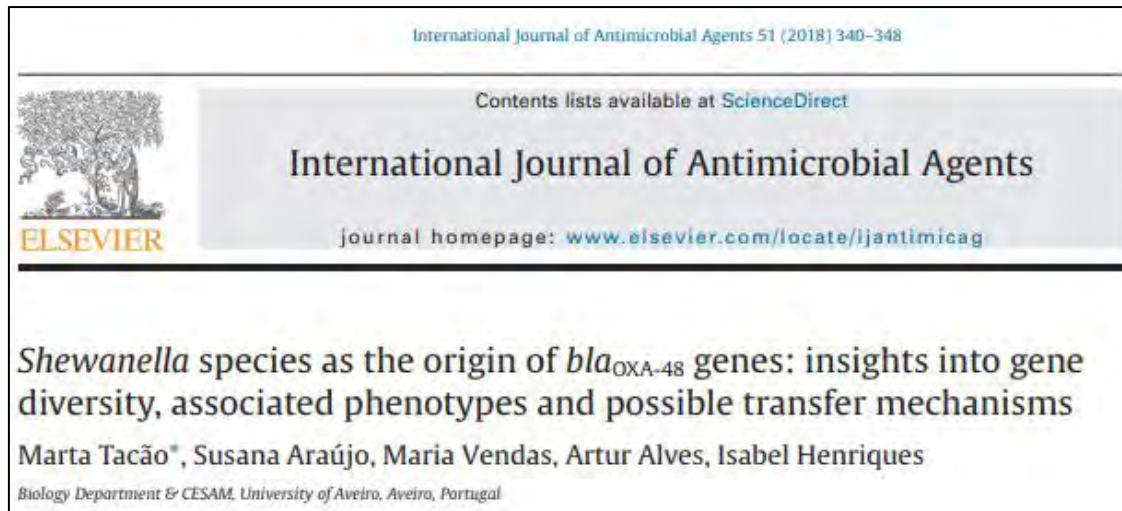
Aujourd'hui :
700 000 décès / an

Projection en 2025 :
10 millions de décès / an



Prévision de décès liées à des bactéries résistantes / an

Rôle des bactéries d'origine environnementale dans l'antibiorésistance ?



Journal of Antimicrobial Chemotherapy (2005) 56, 1118–1121
doi:10.1093/jac/dki371
Advance Access publication 14 October 2005

JAC

Vibrionaceae as a possible source of Qnr-like quinolone resistance determinants

Laurent Poirel¹, Alain Liard¹, Jose-Manuel Rodriguez-Martinez^{1,2} and Patrice Nordmann^{1*}

Vibrio, un genre bactérien des eaux littorales... chaudes



- Augmentation des températures des eaux
=> augmentation de la concentration en *Vibrio*
- Intensification des précipitations violentes
=> dessalures brutales
=> augmentation de la concentration en *Vibrio*

Réchauffement climatique : une bactérie mangeuse de chair pourrait se multiplier dans nos océans

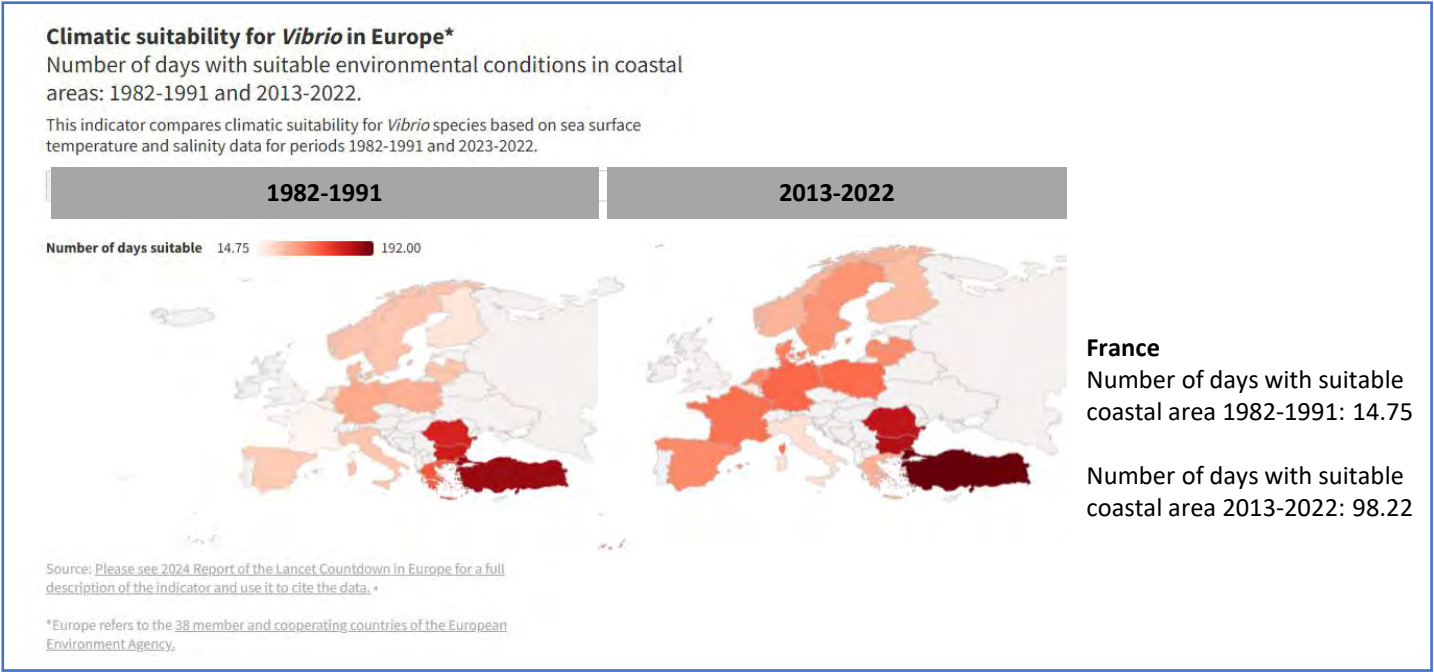
D'après une étude américaine, *Vibrio vulnificus* pourrait proliférer dans les prochaines années, notamment sur la côte est des États-Unis où sa présence risque de doubler à cause du réchauffement climatique. Plusieurs cas d'infection ont déjà été recensés en Europe.



Les infections liées à *Vibrio vulnificus* sont responsables de nombreux cas d'amputation, et mortelles dans un cas sur cinq. <https://www.gettyimages.com/detail/stock-photo/boern-mayer>



Mars 2023



Bactéries *Vibrio* dans les fruits de mer : risque accru en raison du changement climatique et de la résistance aux antimicrobiens

Publié le : 23 juillet 2024 | 4 minutes de lecture

Share: [in](#) [twitter](#) [youtube](#) [facebook](#)

Selon la dernière [évaluation](#) de l'EFSA, la [prévalence](#) de *Vibrio* dans les fruits de mer devrait augmenter à la fois au niveau mondial et en Europe en raison du changement climatique, en particulier dans les eaux à faible salinité ou saumâtres. En outre, la résistance aux antibiotiques de dernier recours est de plus en plus fréquente chez certaines [espèces](#) de *Vibrio*.



<https://www.efsa.europa.eu/fr/news/vibrio-bacteria-seafood-increased-risk-due-climate-change-and-antimicrobial-resistance>

Vibrio et résistance aux antibiotiques

DU YÉMEN À MAYOTTE, DIFFUSION D'UNE SOUCHE HAUTEMENT RÉSISTANTE AUX ANTIBIOTIQUES DE L'AGENT DU CHOLÉRA

Sensibilité aux antibiotiques de la souche de vibron cholérique responsable de l'épidémie de Mayotte en 2024. © CNR Vibrions et choléra - Institut Pasteur

FLASH PRESSE | 12.12.2024

Des chercheurs du Centre National de référence des Vibrions et du choléra à l'Institut Pasteur, en collaboration avec le Centre hospitalier de Mayotte, ont mis en évidence la diffusion, depuis le Yémen, d'une souche hautement résistante aux antibiotiques de l'agent du choléra. Cette étude est publiée le 12 décembre 2024 dans le [New England Journal of Medicine](#).

THE NEW ENGLAND JOURNAL of MEDICINE

CORRESPONDENCE



Long-Distance Spread of a Highly Drug-Resistant Epidemic Cholera Strain

Les scientifiques ont maintenant pu retracer la dissémination de cette souche grâce à l'étude des génomes bactériens. Après le [Yémen](#), ils l'ont identifiée de nouveau au [Liban](#) en 2022^{1,2} puis au [Kenya](#) en 2023, et enfin en [Tanzanie](#) et aux [Comores](#), dont Mayotte, département français situé au large de la côte sud-est de l'Afrique, en 2024. Entre mars et juillet 2024, l'île de Mayotte a été affectée par une épidémie de 221 cas causés par cette souche hautement résistante aux antibiotiques.

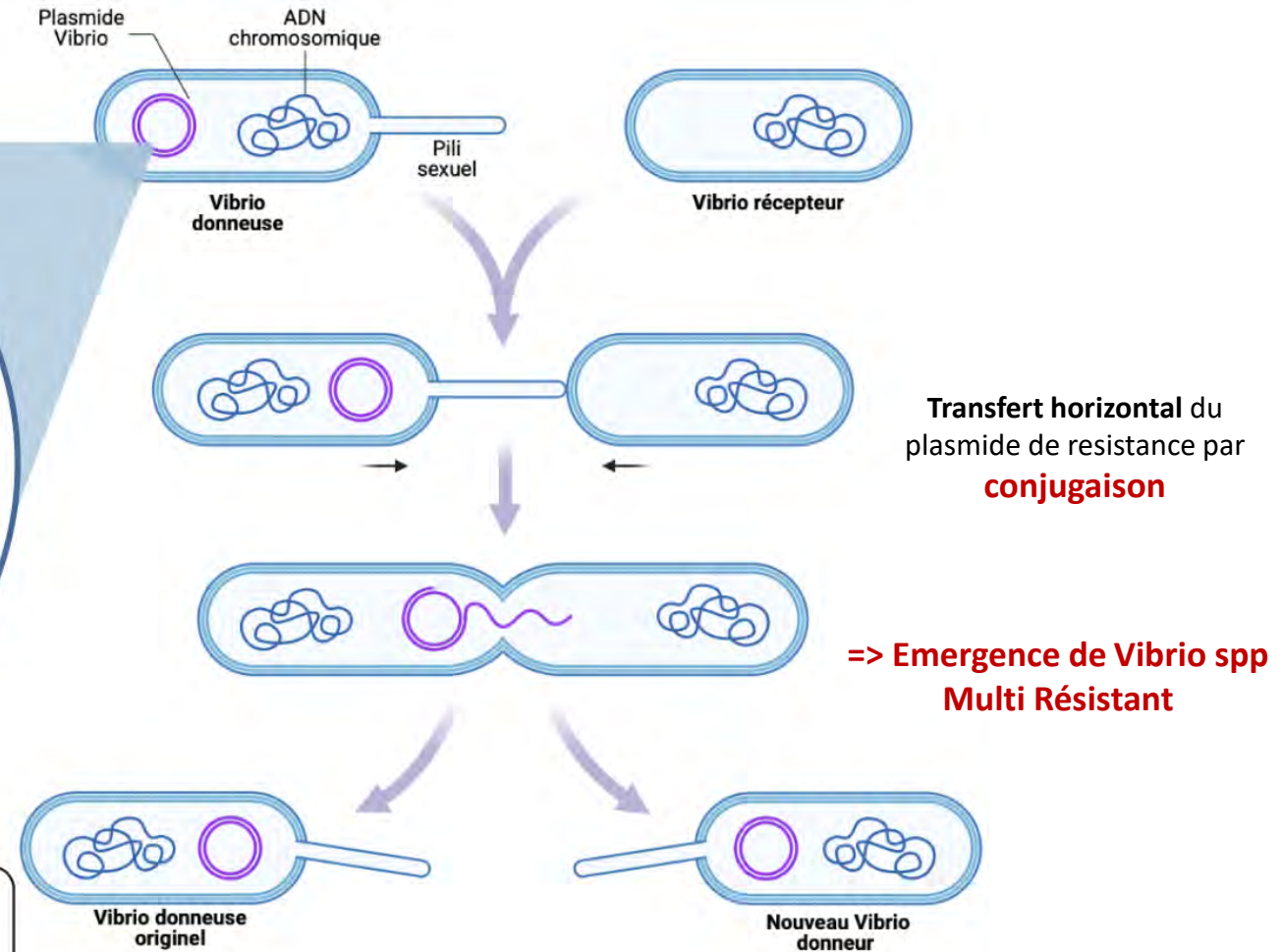
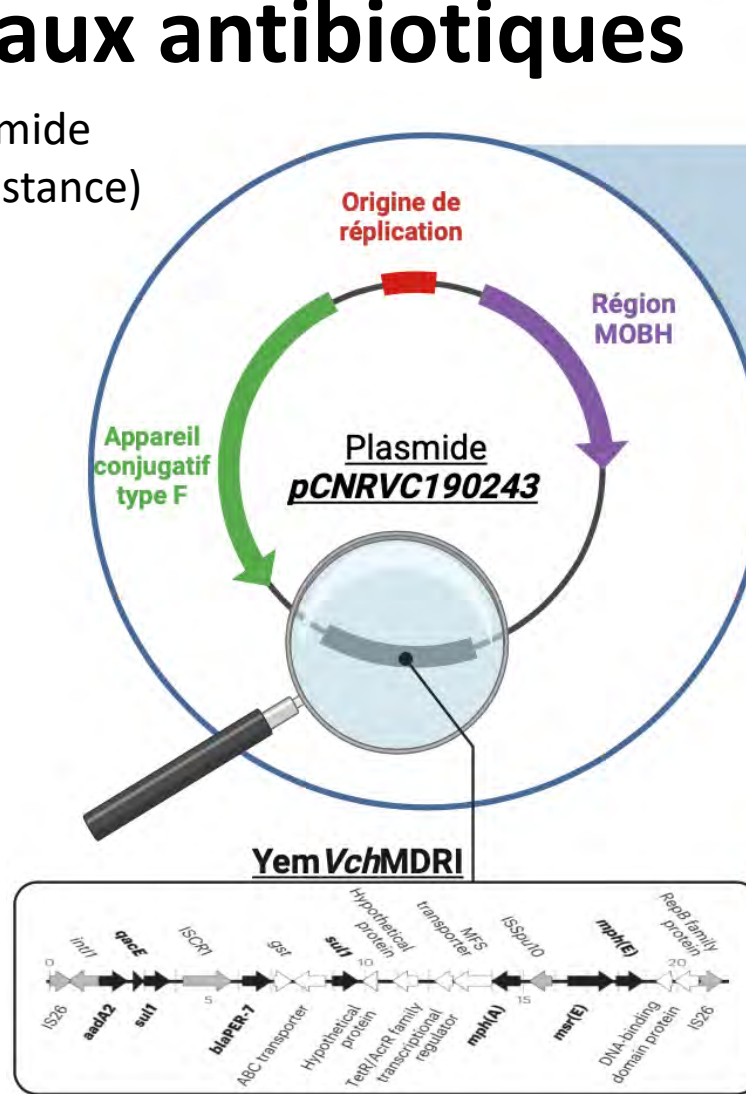
« Cette étude met en évidence le besoin de renforcer la surveillance mondiale de l'agent du choléra et en particulier de pouvoir connaître son comportement vis-à-vis des antibiotiques en temps réel. Si cette nouvelle souche qui se propage actuellement devait acquérir une résistance additionnelle à la tétracycline, cela compromettrait alors tout traitement antibiotique par voie orale » conclut le Pr François-Xavier Weill, responsable du CNR des Vibrions à l'Institut Pasteur et auteur principal de l'étude.

<https://www.pasteur.fr/fr/espace-presse/documents-presse/du-yemen-mayotte-diffusion-souche-hautement-resistante-aux-antibiotiques-agent-du-cholera>

Vibrio, un genre bactérien impliqué dans la diffusion de la résistance aux antibiotiques

Découverte d'un plasmide MDR (Multi Drug Resistance) chez *Vibrio cholerae* :

- R. aux β -lactamines (blaPER-7)
- R. aux aminoglycosides (aadA2)
- R. aux macrolides (mph (A) et msr (E))
 - R. aux sulfamides (sul1)
- R. aux désinfectants avec ammoniums quaternaires (qacE)

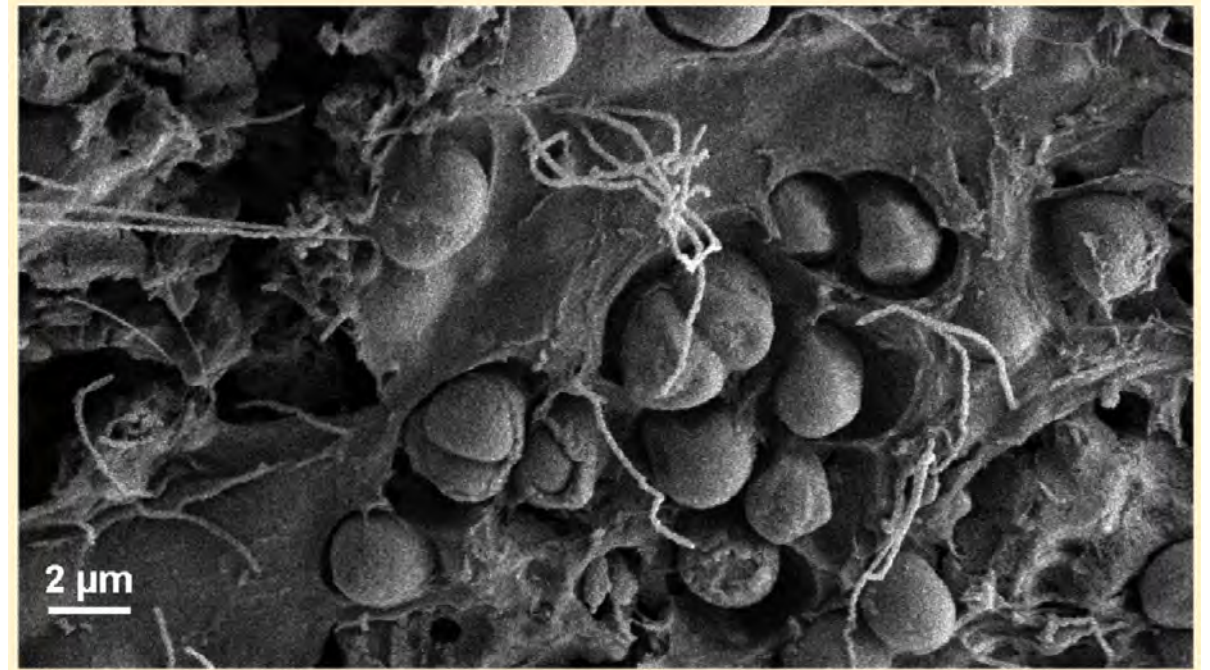


Genomic epidemiology reveals multidrug resistant plasmid spread between *Vibrio cholerae* lineages in Yemen, [Nature Microbiology](#), 28 septembre 2023

Et les plastiques ?



Plastisphère = écosystème associé aux déchets plastiques



Zettler E.R. et al, Environ. Sci. Technol, 2013, 47, 7137

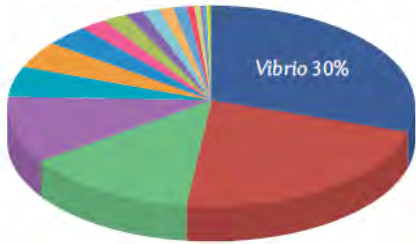
- Sur l'ensemble du globe, déchets plastiques en expansion (1,5 millions de tonnes produits en 1950 contre 360 en 2019), dont 5 à 12 finissent dans les environnements aquatiques (océans) /an
- Déchets variés (taille, composition, quantité)
- Eaux douces ou marines

Plastisphère = potentiel hot spot d'émergence et de dissémination de bactéries pathogènes et antibiorésistantes ?

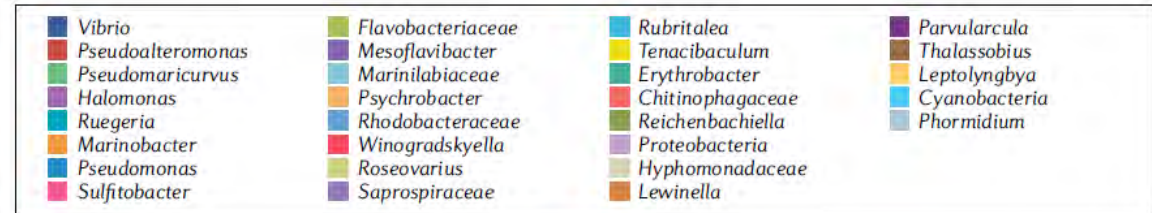
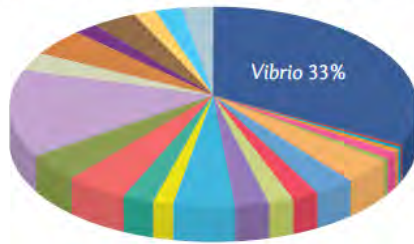
Composition de la Plastisphère

a Relative abundance for dominant taxa

North Sea coastal sediment (polyethylene)



North Atlantic open ocean (polypropylene)



Amaral-Zettler L.A. *et al.*, nat. Rev. Microbiol. **2020**, 18, 139.

Vibrio sp. : considérés comme des “particle-lovers” (sediments,)

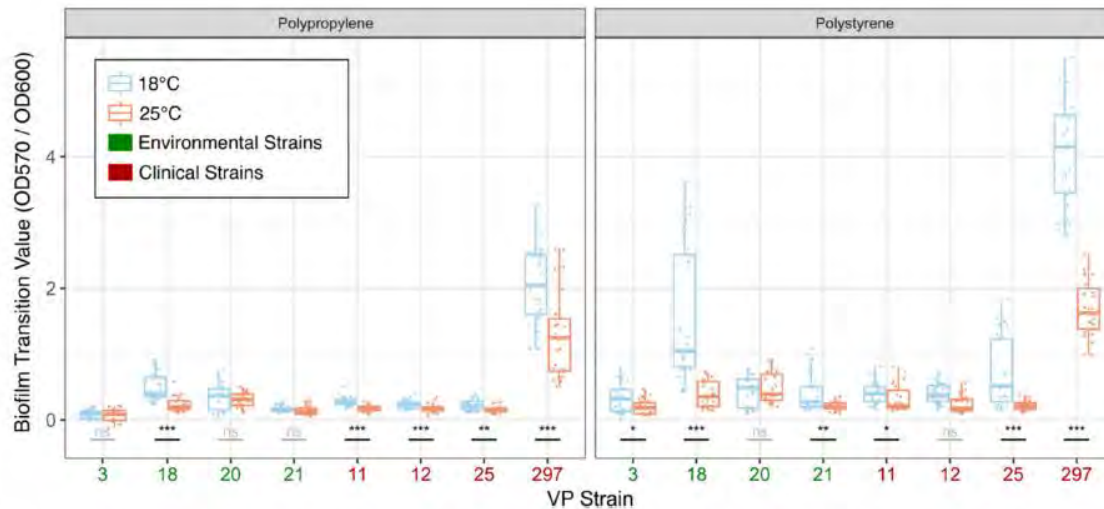
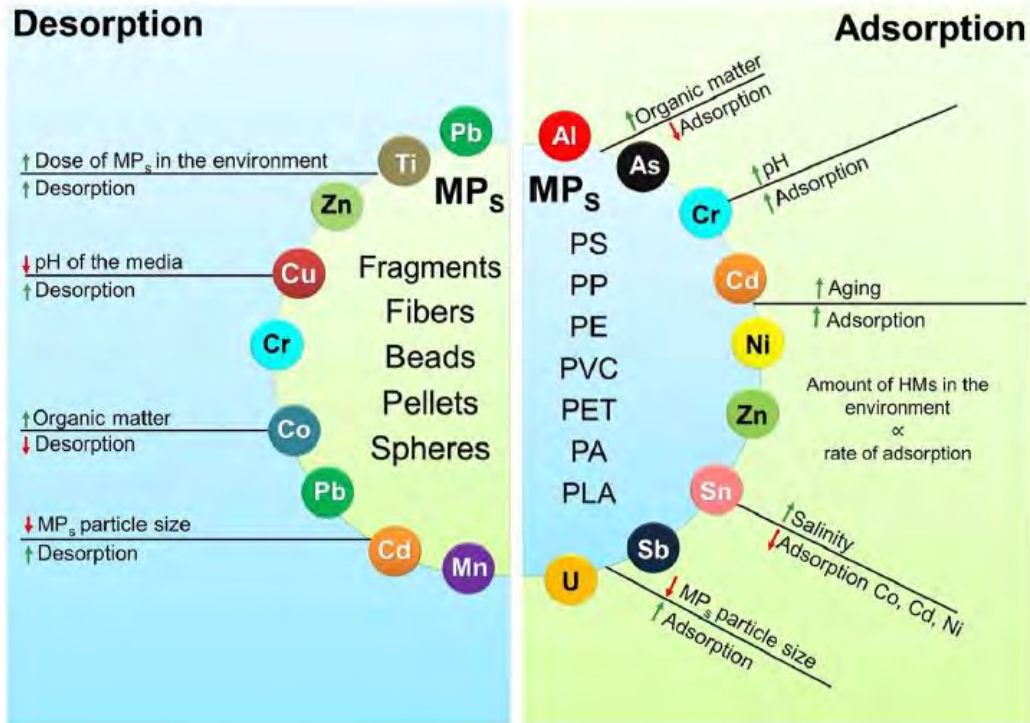


Fig. 2. Biofilm Transition Values (BTV) of the eight *V. parahaemolyticus* strains on two types of plastic, results separated by temperature. Biofilm Transition Value is the OD570 value divided by the OD600 value of each replicate. Displayed data is the combination of three independent experiments for each strain. Stars represent significance between the two temperatures for each strain. *P*-values <0.05 = *, <0.01 = **, <0.001***.

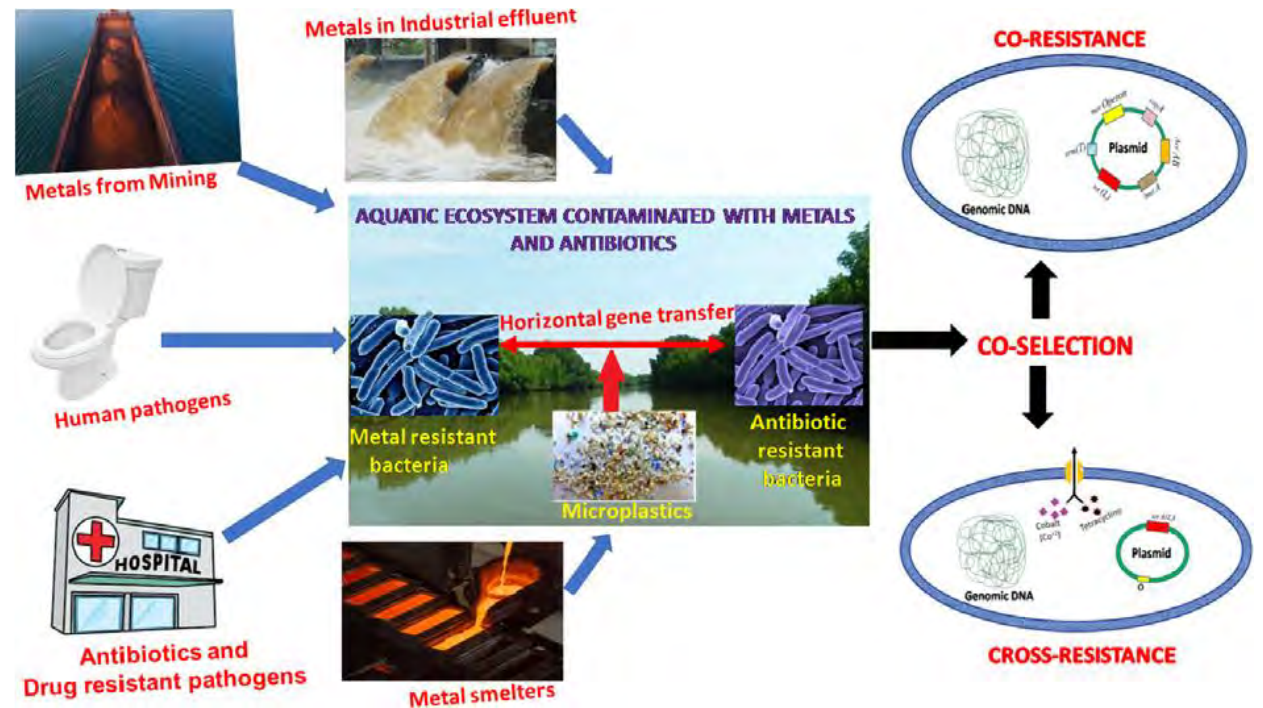
Etude de *Vibrio parahaemolyticus*

- Formation de biofilm à 18°C par rapport à 25°C
- Formation de biofilm sur polystyrène supérieure au biofilm sur polypropylène
- Variabilité entre les souches bactériennes

Echanges en éléments traces métalliques au niveau des plastiques



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



Imran M. *et al.*, Chemosphere. **2019**, 846.

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

Projet Marina : Objectifs

Projet MARINA (2025) : Macroplastiques et AntibioRésistance en zone portuaires et Naturelles

Gauvry Fabien, M1 Interactions Microorganismes Hotes Environments (IMHE)

Equation à résoudre

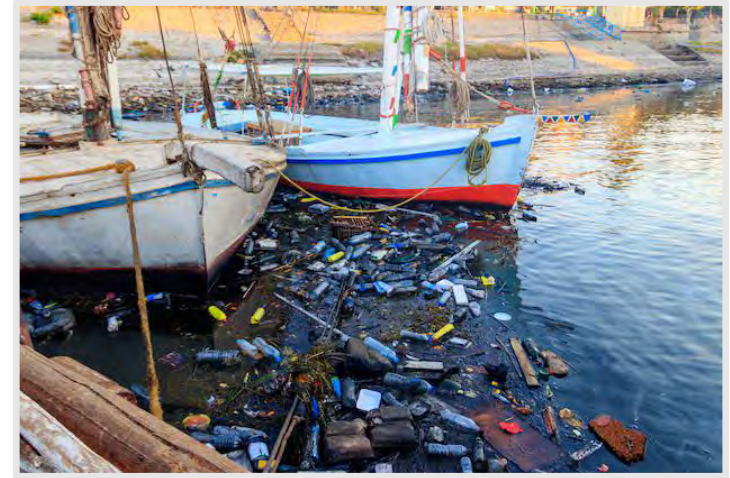
antibiorésistance

+ changement global (réchauffement climatique, modification du régime de précipitations)

+ *Vibrio sp* (transfert de genes)

+ plastiques (biofilms)

= impact sanitaire ?



- Quelles populations de *Vibrio sp.* retrouve-t-on dans les biofilms sur surface plastique ?
- Les *Vibrio sp.* des biofilms sont-ils plus résistants aux antibiotiques que les *Vibrio sp.* de l'eau (ou sur surface naturelle) ?
- La nature du plastique a-t-elle une influence, sur la structure des populations ? sur l'antibiorésistance ?

Matériel et méthodes



Plage de l'Espiguette



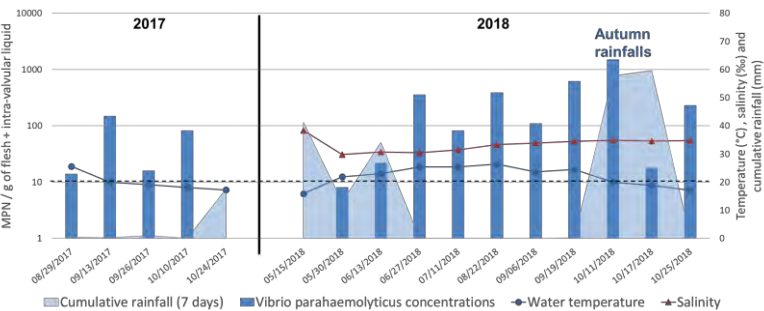
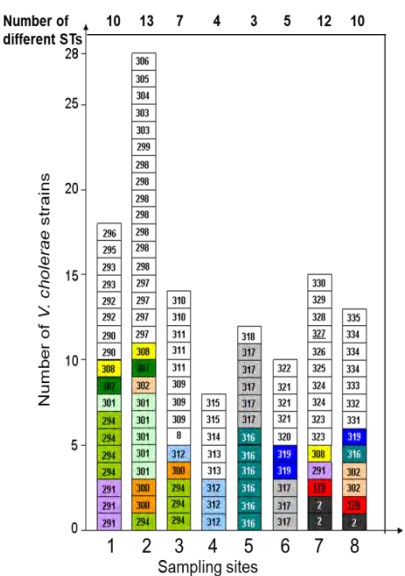
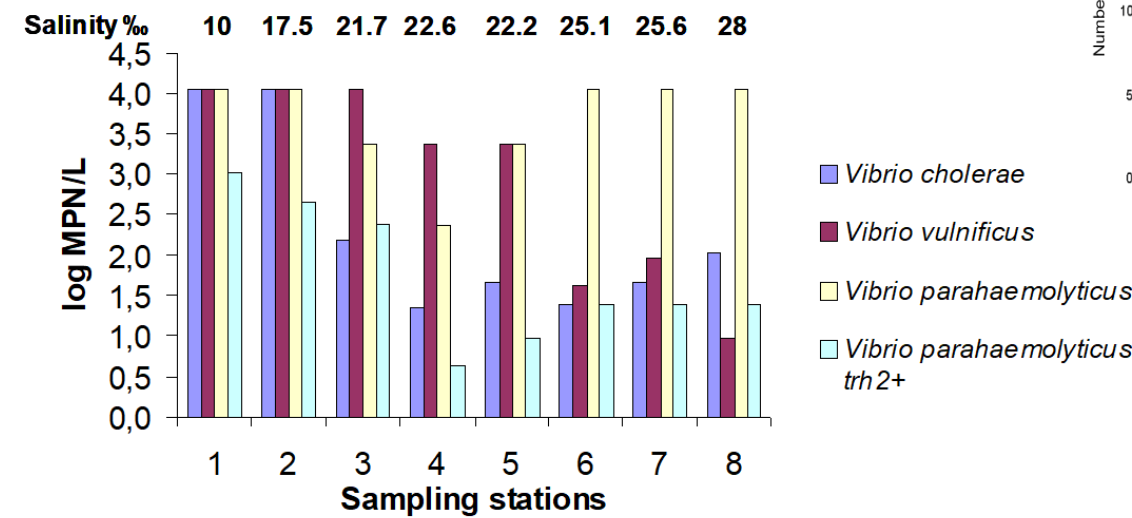
Territoire d'étude : Port Camargue

- Etude des perceptions de la pollution plastique en milieu littoral et péri-urbain
- Collaboration avec la capitainerie de Port Camargue

Matériel et méthodes

Vibrio sp :

Compétences ; Données biologiques et écologiques ; Collection de souches bactériennes (projets antérieurs OHM)



Concentrations de *V. parahaemolyticus* dans les huitres avant dépuration (dans l'étang)

Etude de la dynamique des *Vibrio* pathogènes humains (*Vibrio parahaemolyticus*, *Vibrio vulnificus*, *Vibrio cholerae*) dans les lagunes languedociennes et de l'étang de Biguglia

Matériel et méthodes

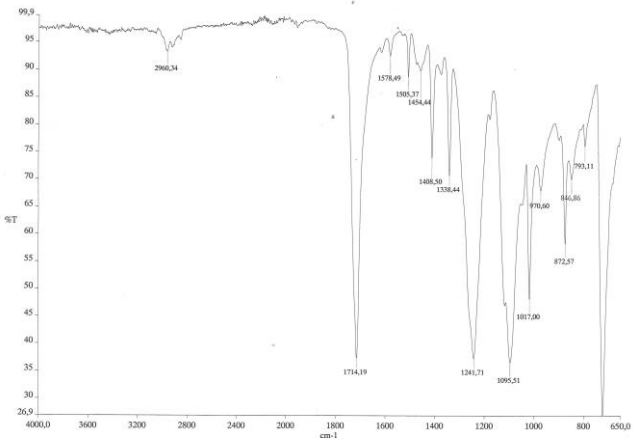
Stratégie 1 : “pêche” de plastiques

Etudes préliminaires sur plastiques “pêchés” dans le Verdanson, bassin versant du Lez (contributeur des lagunes palavasiennes)

- Mise au point des techniques d’identification de la nature de plastiques
- Mise au point de la stratégie de recherche de gènes et de bactéries résistantes



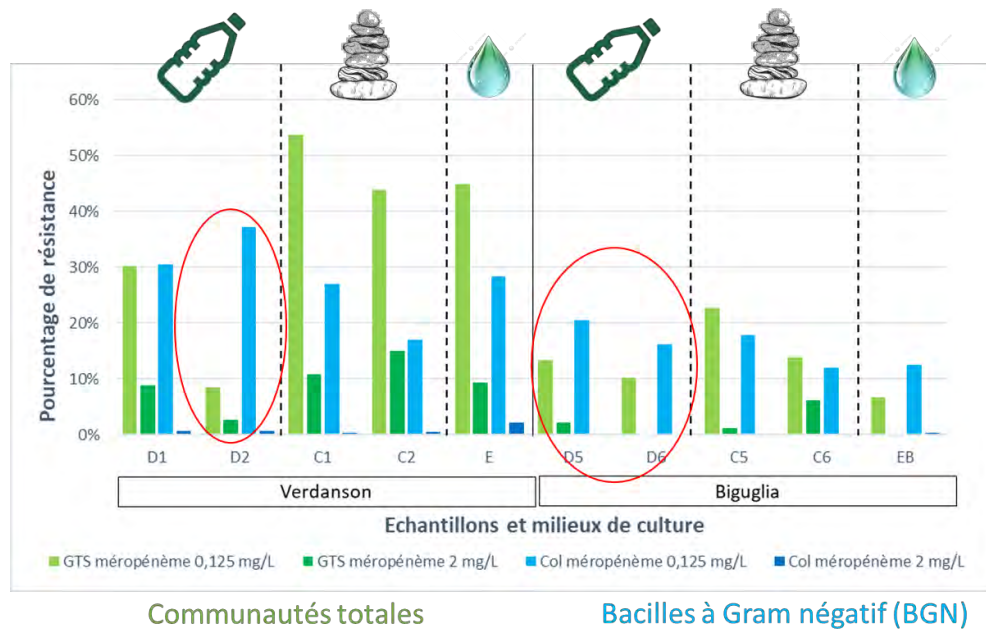
Obtention de banque de spectres IR :



Spectre du PET

Echantillon		bla _{SHV}	bla _{TEM}	bla _{CTX-M}	bla _{OXA}	bla _{NDM}
EAU	Eau de baignade	-	-	-	-	-
P1	PET dispositif	-	-	-	-	-
P2	Etiquette dispositif	-	-	-	-	-
P3	Etiquette dispositif	-	-	-	-	-
P4	Morceau plastique souple transparent	-	-	-	-	-
P5	Morceau plastique aluminé alimentaire	-	+	-	-	-
P6	PELD blanc dispositif	+	-	-	-	-
P7	Morceau plastique souple transparent	+	+	-	-	-
P8	Emballage Malabar	+	+	-	-	-
P9	Verre	-	+	-	-	-
P10	Emballage plastique alimentaire fraîcheur	-	+	-	-	-
P11	Ballon de baudruche rose	-	+	-	-	-
P12	Morceau de plastique souple transparent	-	+	-	-	-
P13	Morceau de plastique souple transparent	-	-	-	-	-
P14	Corde dispositif	-	-	-	-	-
P15	Morceau de plastique souple transparent	-	-	-	-	-
P16	Caillou	-	-	-	-	-
P17	Porcelaine	-	-	-	-	-
P18	Morceau d'adhésif de travaux orange	-	-	-	-	-
P19	Caillou	-	-	-	-	-
P20	Morceau de plastique aluminé alimentaire	-	-	-	-	-

nouvelle expérimentation en eau douce urbaine et développement en lagunes



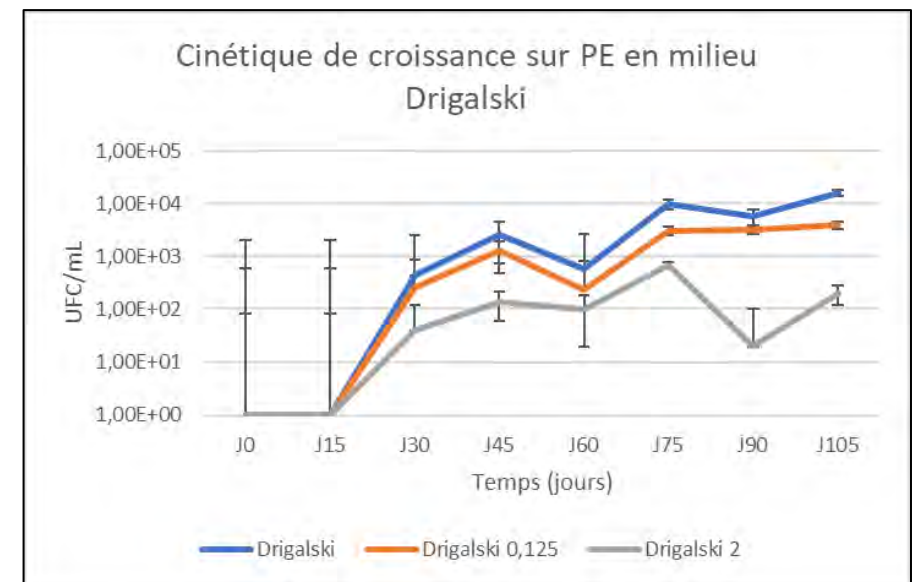
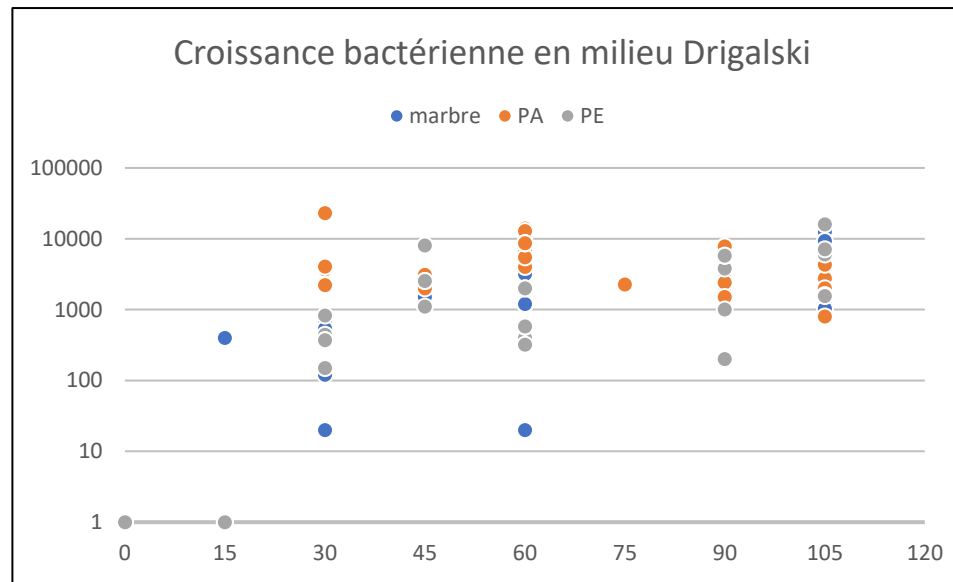
	Vibrio résistants Carbapénèmes	
Biguglia	2 mg/L	n=12
	0,125 mg/L	n=18
Etang de l'Or	0,125 mg/L	n=12

=> Sur les plastiques, forte contribution des bacilles à Gram négatif à l'antibiorésistance

Limite : cycle de vie du plastique & maturité de la plastiphère inconnus et non maîtrisés
=> « mise en eau » de plastiques (cycle de vie maîtrisé)

Matériel et méthodes

Stratégie 2 : “mise en eau” de plastiques



Vibrio sp. & *Aeromonas* sp. = potentiellement porteurs de résistance et “navette” (transfert de gènes) => projet de décliner l’étude dans des eaux salées impactées par les activités humaines (Port de Port Camargue) => MARINA

Projet MARINA : Programme d'expérimentations

■ Collecte de plastiques

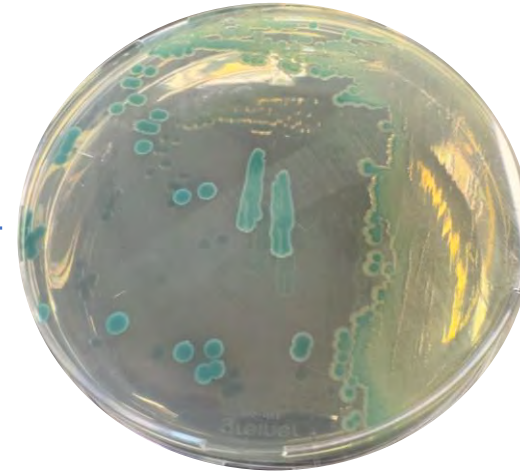
- Mise en eau d'un dispositif de prélèvement avec plastiques PE et PA dans le port



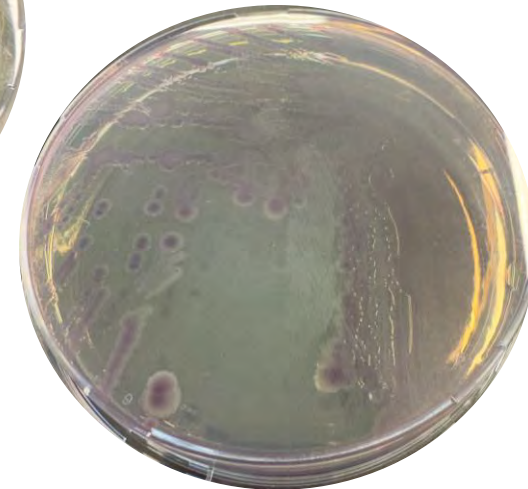
- Échantillonnage de plastiques pêchés dans l'eau du port et à l'Espiguette

■ Caractérisation de l'antibiorésistance des bactéries du genre *Vibrio* au sein de la plastisphère

- Décrochage + culture de communautés bactériennes du biofilm
- Screening de résistance à différents antibiotiques d'intérêts (antibiogramme)
- Culture en présence de carbapénème (antibiotique hospitalier de dernier recours)
- Quantification de gènes de résistance aux antibiotiques par qPCR



Vibrio cholerae



Vibrio parahaemolyticus

Projet Marina : résultats attendus

- Cinétique de formation du biofilm  au cours du temps dans l'eau
- Visualisation d'une différence au niveau de la communauté bactérienne au sein du biofilm en fonction du type de support (PA, PE, etc ...) et de l'environnement
- Emergence de résistance aux antibiotiques chez *Vibrio* sp. au cours du temps



Merci pour votre attention