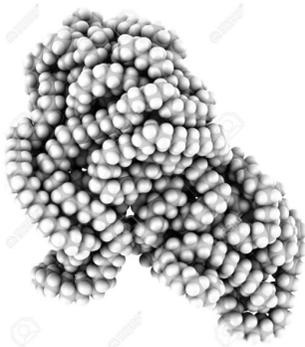


**TORPP**  
Turtles One health Research & Plastic Pollution



## Le Plastique, C'est Fantastique...

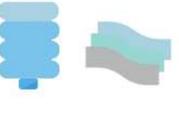
- ✓ Polyvalence/ Applications
- ✓ Durabilité / Longévité
- ✓ Légèreté / Gain d'Énergie
- ✓ Rentabilité
- ✓ Résistance à l'eau
- ✓ Conservation
- ✓ Santé et Sécurité



<https://barrazacarlos.com/fr/avantages-et-inconvenients-du-plastique/>

<https://euramaterials.eu/focus-plastique-avantages-inconvenients-taxe-plastiques-non-recycles-materiaux-alternatifs/>

Figure 2: Main Plastic Resin Types and Their Applications in Packaging

		Water and soft drink bottles, salad domes, biscuit trays, salad dressing and peanut butter containers
		Milk bottles, freezer bags, dip tubs, crinkly shopping bags, ice cream containers, juice bottles, shampoo, chemical and detergent bottles
		Cosmetic containers, commercial cling wrap
		Squeeze bottles, cling wrap, shrink wrap, rubbish bags
		Microwave dishes, ice cream tubs, potato chip bags, and dip tubs
		CD cases, water station cups, plastic cutlery, imitation "crystal glassware", video cases
		Foamed polystyrene hot drink cups, hamburger take-away clamshells, foamed meat trays, protective packaging for fragile items
		Water cooler bottles, flexible films, multi-material packaging

[https://www3.weforum.org/docs/WEF\\_The\\_New\\_Plastics\\_Economy.pdf](https://www3.weforum.org/docs/WEF_The_New_Plastics_Economy.pdf)

# Le Plastique, C'est ... Pas Que Fantastique...

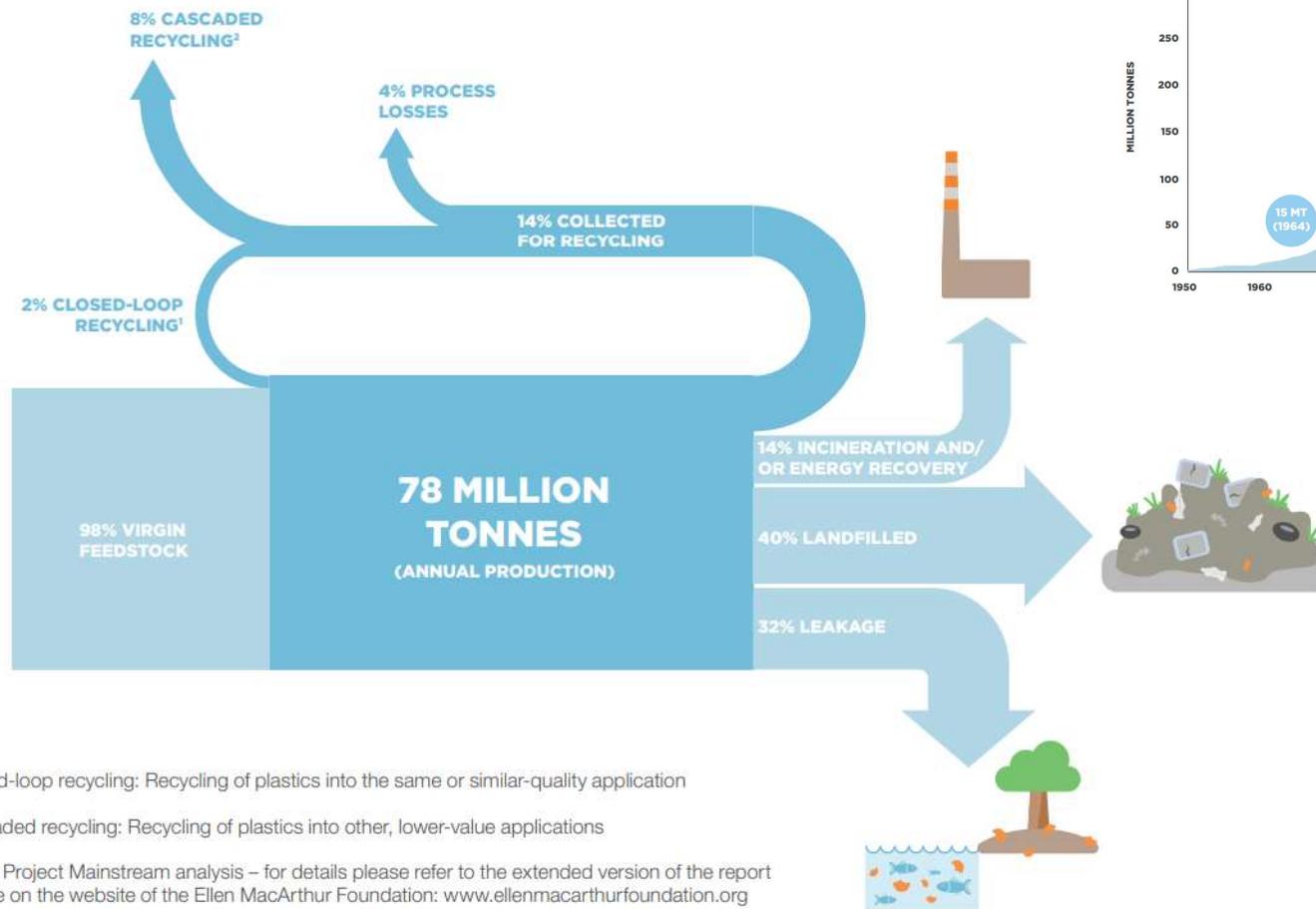
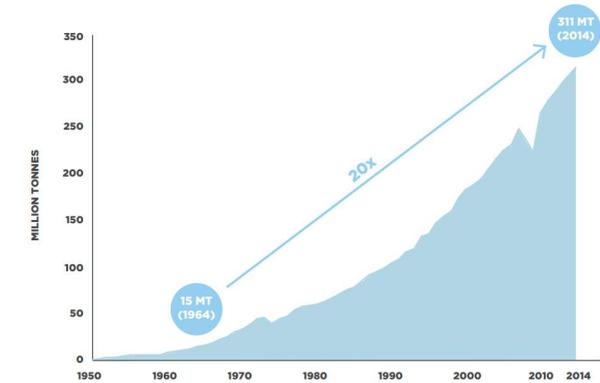


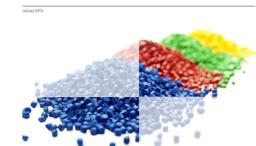
Figure 1: Growth in Global Plastics Production 1950–2014



1 Closed-loop recycling: Recycling of plastics into the same or similar-quality application

2 Cascaded recycling: Recycling of plastics into other, lower-value applications

Source: Project Mainstream analysis – for details please refer to the extended version of the report available on the website of the Ellen MacArthur Foundation: [www.ellenmacarthurfoundation.org](http://www.ellenmacarthurfoundation.org)





# La Pollution Plastique... Enjeu Environnemental... Enjeu Sanitaire ?

👉 4,8 à 12,7 millions de tonnes métriques de déchets plastiques terrestres introduits dans le milieu en 2010

= 1289 Tour Eiffel / An

👉 5 trillions de débris plastiques qui polluaient déjà les océans du globe.



**MARINE POLLUTION**  
**Plastic waste input from land into the ocean**  
Jenna R. Jambeck,<sup>1\*</sup> Roland Geyer,<sup>2</sup> Chris Wilcox,<sup>3</sup> Theodore Miriam Perryman,<sup>1</sup> Anthony Andrady,<sup>5</sup> Ramani Narayana  
Plastic debris in the marine environment: A review  
entering the ocean from waste of land-based systems  
12.7 million metric tons of waste infrastructure the ocean

Marine Pollution Bulletin 62 (2011) 2588–2597

Contents lists available at SciVerse ScienceDirect  
**Marine Pollution Bulletin**  
journal homepage: [www.elsevier.com/locate/marpolbul](http://www.elsevier.com/locate/marpolbul)

ELSEVIER

Review

Microplastics as contaminants in the marine environment: A review

Matthew Cole<sup>a,\*</sup>, Pennie Lindeque<sup>a</sup>, Claudia Halsband<sup>b</sup>, Tamara S. Galloway<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Plymouth Marine Laboratory, Prospect Place, The Hoe, Plymouth, PL1 2YB, UK  
<sup>b</sup> Akvaplan-niva AS, FRAM – High North Research Centre for Ocean and Arctic Research, Fram Centre, 1405 Longyearbyen, Norway  
<sup>c</sup> College of Life and Environmental Sciences: Biosciences, University of Exeter, Exeter, EX4 4QF, UK



- Cole et al.; 2011
- Erikssen et al.; 2014
- Jambeck et al.; 2015
- Barrett et al.; 2020
- Fackelman et al.; 2019



# Les MicroPlastiques (MPs) ... Face Cachée de la Pollution Plastique...

- 👉 Retard de Croissance
- 👉 Troubles de la Reproduction
- 👉 Genotoxicité
- 👉 Stress Oxydatif
- 👉 Troubles Nutritionnels
- 👉 Troubles immuno-inflammatoires
- 👉 Morbi-mortalité
- 👉 Troubles Cognitifs
- 👉 Neurotoxicité

- ➡ Seuils de Toxicité vs Tailles/Types/Additifs/Effets Cocktails?...
- ➡ Mécanismes physiopathologiques des MPs?

RETURN TO ISSUE | < PREV ARTICLE NEXT >

## The Impact of Polystyrene Microplastics on Feeding, Function and Fecundity in the Marine Copepod *Calanus helgolandicus*

Matthew Cole<sup>††</sup>, Pernie Lindeque<sup>†</sup>, Elaine Filemari<sup>†</sup>, Claudia Halsband<sup>§</sup>, and Tamara S. Galloway<sup>†</sup>

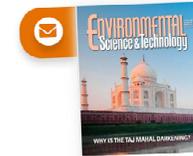
View Author Information ▾

Marine Pollution Bulletin 143 (2019) 193–203



Contents lists available at ScienceDirect  
Marine Pollution Bulletin

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/marpolbul](http://www.elsevier.com/locate/marpolbul)



Review

## Microplastics and the gut microbiome: How chronically exposed species may suffer from gut dysbiosis

Gloria Fackelmann<sup>\*</sup>, Simone Sommer

Institute of Evolutionary Ecology and Conservation Genomics, Ulm University, Albert-Einstein-Allee 11, 89081 Ulm, Germany



Contents lists available at ScienceDirect  
*Environment* 662 (2019) 246–253  
journal homepage: [www.elsevier.com/locate/scitotenv](http://www.elsevier.com/locate/scitotenv)

## Microplastics induce intestinal inflammation, oxidative stress, and disorders of metabolome and microbiome in zebrafish

Ruxia Qiao<sup>a</sup>, Cheng Sheng<sup>a</sup>, Yifeng Lu<sup>a</sup>, Yan Zhang<sup>a,\*,\*</sup>, Hongqiang Ren<sup>a</sup>, Bernardo Lemos<sup>b</sup>

<sup>a</sup> State Key Laboratory of Pollution Control and Resource Reuse, School of the Environment, Nanjing University, Nanjing, Jiangsu 210023, China  
<sup>b</sup> Program in Molecular and Integrative Physiological Sciences, Department of Environmental Health, Harvard T. H. Chan School of Public Health, Boston, MA 02115, USA

Environmental Pollution 233  
Contents lists available at ScienceDirect  
Environmental Pollution  
journal homepage: [www.elsevier.com/locate/env](http://www.elsevier.com/locate/env)

## Negative effects of microplastic exposure on growth and development of *Crepidula onyx*<sup>\*</sup>

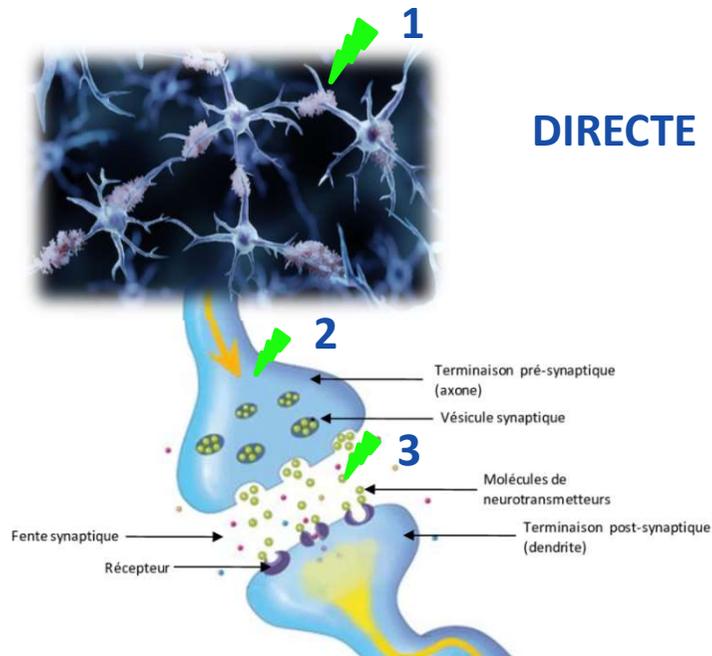
Hau Kwan Abby Lo, Kit Yu Karen Chan<sup>\*</sup>

Division of Life Science, Hong Kong University of Science and Technology, Clear Water Bay, Hong Kong

Science of the Total Environment  
journal homepage: [www.elsevier.com/locate/scitotenv](http://www.elsevier.com/locate/scitotenv)

- Besseling et al.; 2014
- Tosetto et al.; 2016
- Lo et al.; 2018
- Barboza et al.; 2018
- Crump et al.; 2020
- Prüst et al.; 2020

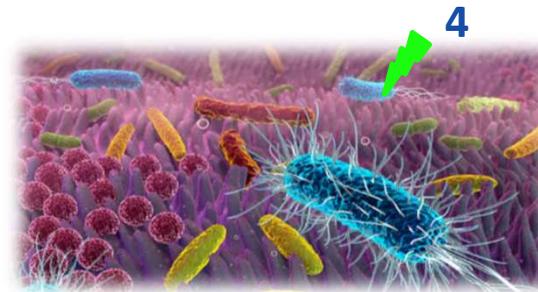
# Risque Neurotoxique des MPs ?



**DIRECTE**



**INDIRECTE**

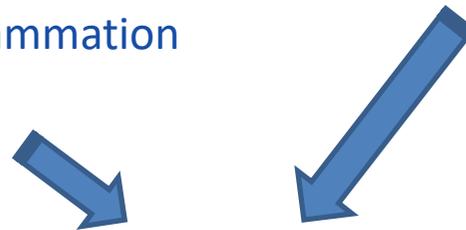


**4 Effets Dysbiogènes des MPs**

➡ Perturbation

Axe Microbiote-Cerveau-Intestin **4**

- 1** Protéinopathies, amyloidopathie...
- 2** Lésions Neurones / Neuroinflammation
- 3** Inhibition des B-estérases



**Troubles Neurocognitifs +++**

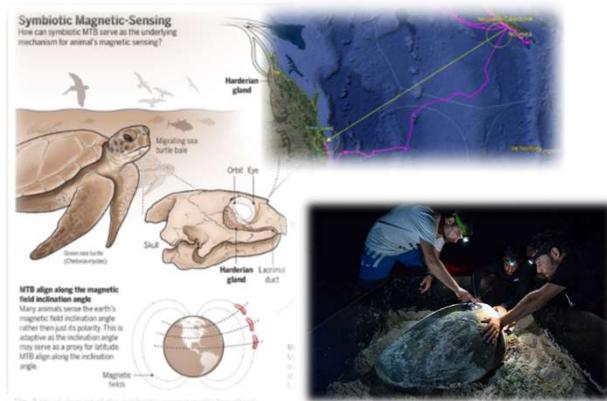
Windheim et al.; 2020  
Sole et al.; 2022  
Jin et al.; 2018  
Jin et al.; 2019  
Cryan et al.; 2019  
Luca et al.; 2020  
Prüst et al.; 2020

# ONEHEALTH

L'approche « Une seule santé » s'applique à la conception et la mise en œuvre de programmes, de politiques, législations et **travaux de recherche pour lesquels plusieurs secteurs communiquent et collaborent en vue d'améliorer les résultats en matière de santé publique.**



## Tortues Marines, Sentinelles des Océans...



- 👉 Troubles du Comportement?
- 👉 Perturbation des Migrations?
- 👉 Impact sur Dynamiques des Populations?

Crump et al.; 2020  
Cunningham et al.; 2021  
Natan et al.; 2020



## L'Homme, une Exposition à Haut-Risque...



### Etiologie Ecotoxicologique des Affections Mentales?

- 👉 Pathologies Psychiatriques (EDC, TSA, TDAH...)
- 👉 Pathologies Neurodégénératives (MA, Parkinson...)
- 👉 Pathologies Auto-immunes (MICI, SEP...)

Berk et al. 2014  
Jacobson et al.; 2022  
Zhang et al.; 2023

# Les Tortues Marines, un Modèle Pragmatique...



- 🐢 Contamination la plus sévère de la biosphère ⇒ Détection ++ impact des MPs sur index de Santé.
- 🐢 Modèle pragmatique en « vie réelle » ⇒ effets cocktails (métaux lourds...), Tailles/Types MPs...
- 🐢 Longévif, espérance de vie similaire à l'Homme ⇒ Chronicité Exposition ++...
- 🐢 Répertoire comportemental simplifié ⇒ Détection ++ d'anomalies cognitives
- 🐢 Centre de Réhabilitation ⇒ Standardisation min / Facteurs de confusion. Quasi -expérimental
- 🐢 **Susceptibilité et risque cognitif singulier ⇒ Orientation Géomagnétique / Symbiose avec MTB?**

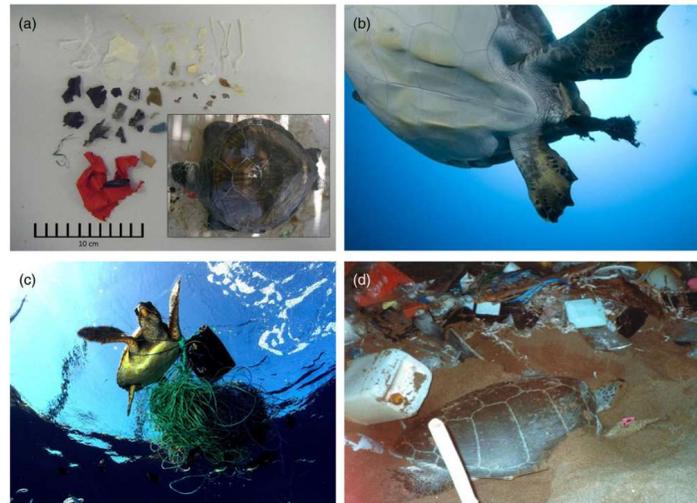
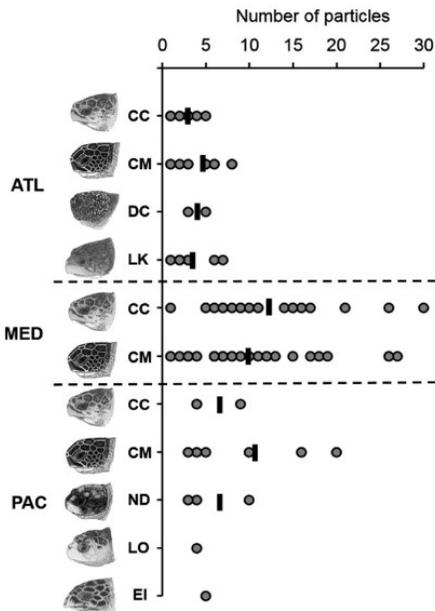
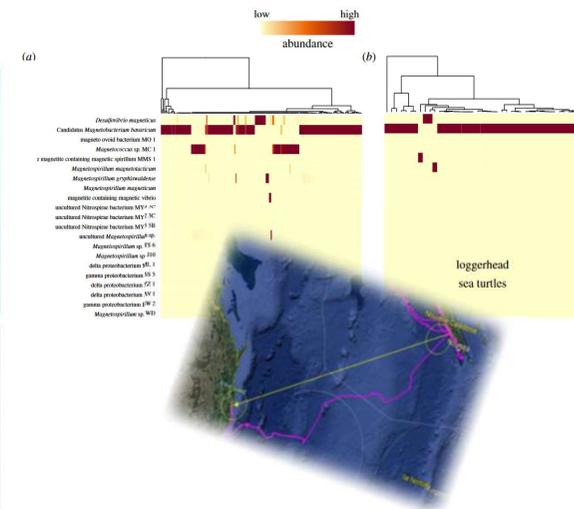


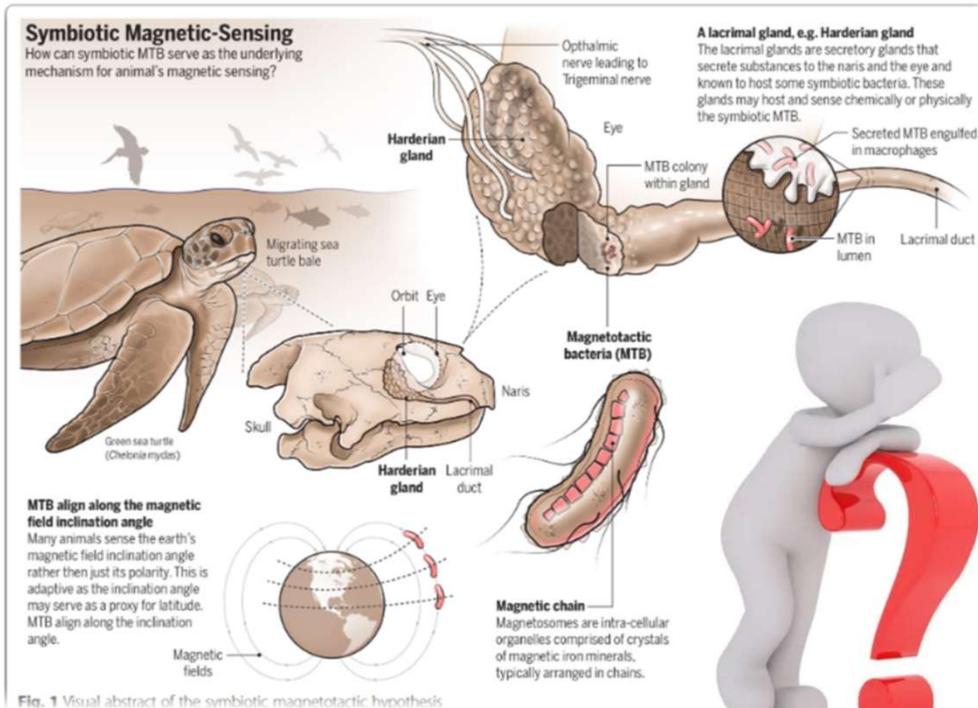
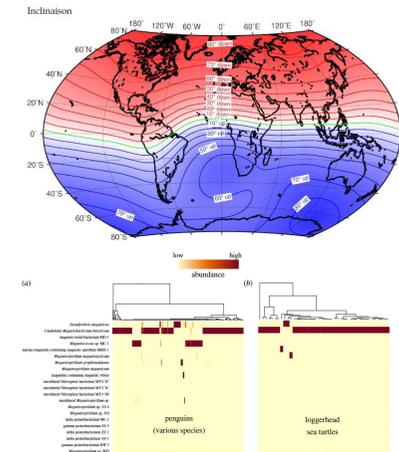
Figure 2. Plastics and marine turtles: (a) plastic fragments extracted from the digestive tract of a necropsied juvenile green turtle, found stranded in northern Cyprus (photo: EMD); (b) plastic extruding from a green turtle's cloaca in Cocos Island, Costa Rica (photo: Cristiano Paoli); (c) loggerhead turtle entangled in fishing gear in the Mediterranean Sea (north of Libya) (photo: Greenpeace/Caré/Marine Photobank); (d) female green turtle attempting to nest among beach litter, northern Cyprus in 1992 before the commencement of annual beach cleaning (photo: ACB).



Nelms et al.; 2016  
 Duncan et al.; 2018  
 Natan et al.; 2020

## Les Tortues Marines... Une Vulnérabilité Cognitive Singulière...

- ➔ Orientation Géomagnétique des TMs en Haute Mer.
- ➔ Rotation de la Terre + Noyau riche en Fer = Dipôle Magnétique Géant
- ➔ Carte Magnétique Bicoordonnée Incl./Int. ➔ Magnétosensitivité des TMs
- ➔ Risque d'impacts des MPs sur Cognition et Intégration Sensorielle?



<https://www.youtube.com/watch?v=ntWFKr7ca-E&t=1s>



Lohmann et al., 1996  
Natan & Vortman, 2017  
Natan et al.; 2020

➔ Risques Migrations/Reproduction/Survie/Dynamique des Populations?

# Homme & MPs

## Quels Risques/Enjeux Sanitaires?



### Human Consumption of Microplastics

Kieran D. Cox\*, Garth A. Covernton, Hailey L. Davies, John F. Dower, Francis Juanes, and Sarah E. Dudas

Cite this: *Environ. Sci. Technol.* 2019, 53, 12, 7068–7074  
 Publication Date: June 5, 2019  
<https://doi.org/10.1021/acs.est.9b01517>  
 Copyright © 2019 American Chemical Society  
[Request reuse permissions](#)

Article Views: 49697  
 Altmetric: 2653  
 Citations: 1062  
[LEARN ABOUT THESE METRICS](#)

PDF (1 MB) | Access Through Nantes University (FRANCE) | More Access Options | Supporting Info (1) »

- 👉 11 000 Fruits de mer
- 👉 73 000 Sel
- 👉 4000 Eau du Robinet
- 👉 90 000 Eau en bouteille.

Table 1. Daily and Annual Consumption and Inhalation of Microplastic Particles for Female and Male, Children and Adults<sup>a</sup>

	daily		annual		total	
	consumed	inhaled	consumed	inhaled	daily	annually
male children	113	110	41 000 ± 7000	40 000 ± 45 000	223	81 000
male adults	142	170	52 000 ± 8000	62 000 ± 69 000	312	114 000
female children	106	97	39 000 ± 7000	35 000 ± 39 000	203	74 000
female adults	126	132	46 000 ± 8000	48 000 ± 54 000	258	94 000

<sup>a</sup>Note, the table's annual and total values have been rounded to the nearest 1000 more accurately reflect the data.



👉 **Consommation Moyenne MPs annuelle Homme Adulte = 114000 Particules**

#### Short Communication

#### Assessing exposure of the Australian population to microplastics through bottled water consumption

Subharthe Samandra<sup>a,b</sup>, Olivia J. Mescall<sup>b,c</sup>, Katie Plaisted<sup>b,d</sup>, Bob Symons<sup>b</sup>, Shay Xie<sup>b</sup>, Amanda V. Ellis<sup>e</sup>, Bradley O. Clarke<sup>a,\*</sup>

<sup>a</sup> School of Chemistry, Australian Laboratory for Emerging Contaminants (ALEC), The University of Melbourne, Grattan Street, Melbourne, Victoria 3010, Australia  
<sup>b</sup> Eurofins Environment Testing Australia & New Zealand, Australia  
<sup>c</sup> School of Science/School of Global, Urban, and Social Studies, Royal Melbourne Institute of Technology, La Trobe Street, Melbourne, Victoria 3000, Australia  
<sup>d</sup> Centre for Anthropogenic Pollution Impact and Management, The University of Melbourne, Parkville, Victoria 3010, Australia  
<sup>e</sup> Department of Chemical Engineering, The University of Melbourne, Grattan Street, Melbourne, Victoria 3010, Australia

#### HIGHLIGHTS

- The average microplastic concentration in bottled water was 13 ± 19 microplastics/L.
- The microplastic that was detected most frequently in bottled water was PP.
- The average size of the identified microplastics was 77 ± 22 µm.
- 28.3% of the Australian population consumes bottled water who on average are exposed to 400 microplastics/year.
- The imported bottled water contained four times greater contamination than the Australian bottled water.

#### GRAPHICAL ABSTRACT

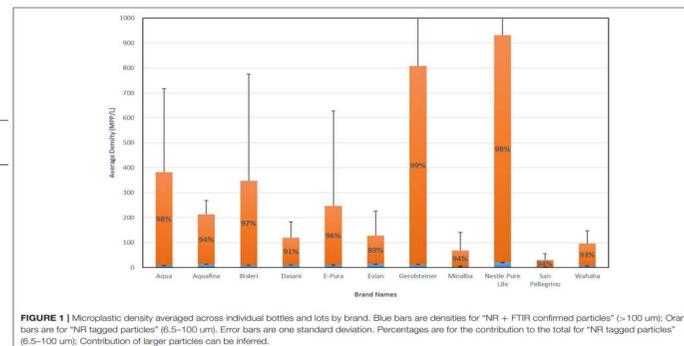
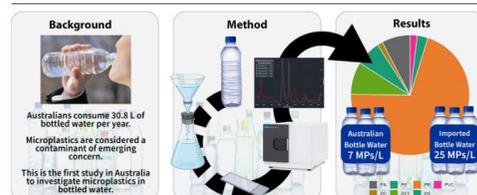
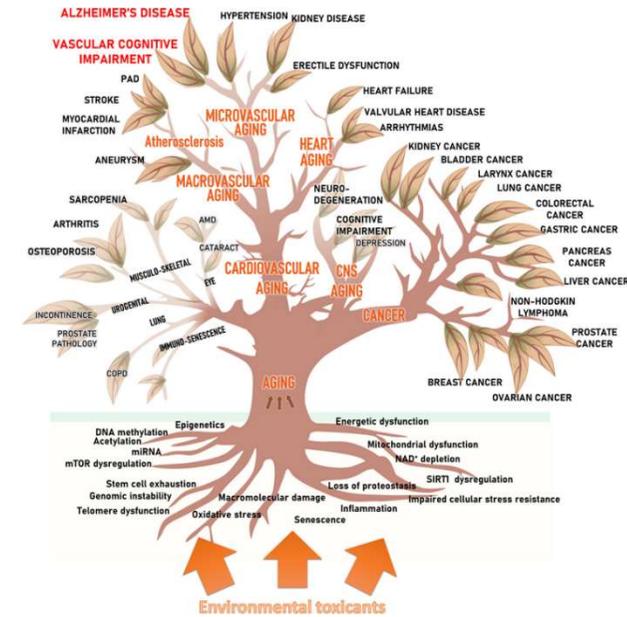
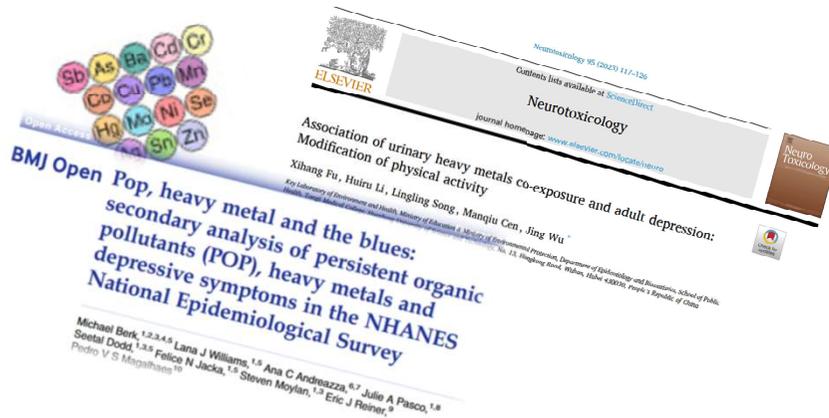


FIGURE 1 | Microplastic density averaged across individual bottles and lots by brand. Blue bars are densities for "NR + FTIR confirmed particles" (>100 µm); Orange bars are for "NR tagged particles" (6.5–100 µm). Error bars are one standard deviation. Percentages are for the contribution to the total for "NR tagged particles" (6.5–100 µm); Contribution of larger particles can be inferred.

Berk et al. 2014  
 Mason et al.; 2018  
 Cox et al.; 2019  
 Subharte et al.; 2022

# Place des MicroPlastiques (MPs) dans l'Exposome ?

**Etiologie Ecotoxicologique**  
**Pathologies Psychiatriques/Auto-Immunes/ Neurodégénératives?**  
 ➔ POPs, Métaux Lourds/ Métalloïdes(Cd, Hg, EtHg), Phtalates, Dioxines...



- Berk et al. 2014
- Ekta et al.; 2021
- Jacobson et al.; 2022
- Fang et al.; 2022
- Xihang et al.; 2023
- Pandics et al.; 2023

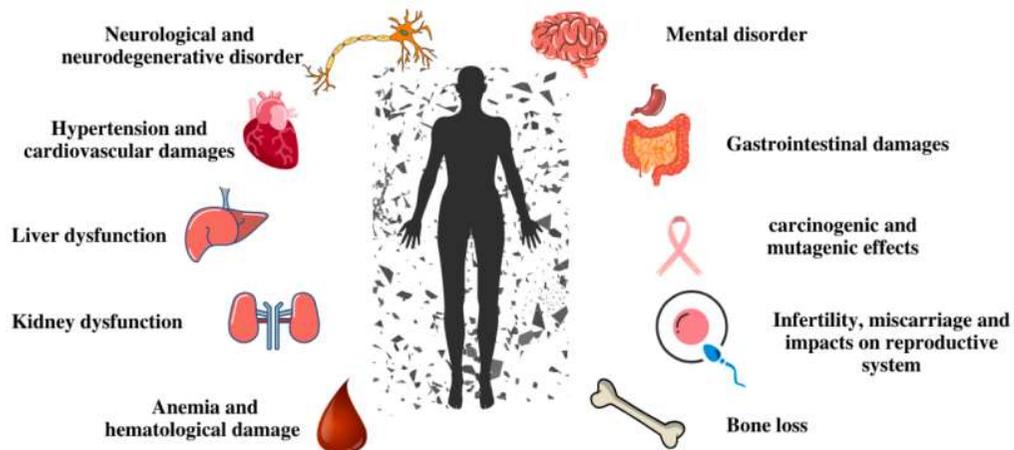


Fig. 3. Impacts of MPs and associated chemicals on human health.

## Pollution Plastique



Exposition Sévère  
des Tortues Marines aux MPs



Troubles Nutritionnels,  
Immuno-inflammatoires,  
Métaboliques, Reproductifs,  
Neurotoxicité?...



## Santé Environnementale

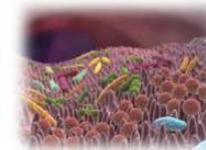
Evolution? Espèces Sentinelles?  
Prévention/Conservation?

## Santé Humaine

Toxicité des Microplastiques?  
Evolution? Prévention?



Epidémiologie ↗  
Pathologies Auto-immunes,  
Neurodégénératives,  
Psychiatriques...



Risque Sanitaire lié aux Microplastiques?  
Exposition/Contamination?  
Enjeu de Santé Publique?

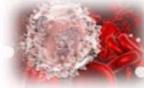




Dr L. Garrido CRAM  
 Dr A. Sylvestre CRARC  
 Dr JL. Crespo Oceanografic



Dr E. Bigot-Corbel  
 CHU Nantes



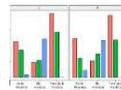
Dr F. Aubret  
 Curtin University



Dr I. George EthoS  
 Dr G. Blanvillain VirginiaTech  
 Dr T. Deschamps MIP



Pr V. Sebillé  
 INSERM SPHERE



Dr V. Paille & Dr P. Parnet  
 INRAE PhAN



Pr A. Sauvaget CHU Nantes  
 Dr S. Bulteau CHU Nantes  
 Dr G. Chapelet CHU Nantes  
 Pr P. Derkinderen CHU Nantes  
 Pr A. Lannuzel CHU PAP

Dr D. Boels CHU Nantes

Pr S. Breurec CHU PAP

Dr JC. Auguet  
 CNRS MARBEC



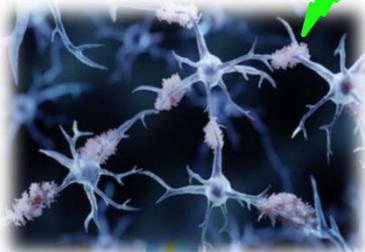
Dr C. Rougé  
 DANONE



1

Dr S. Lecomte  
 CNRS CBMN

Dr ElRakwe  
 IFREMER



Dr G. Ledréan  
 INRAE PhAN

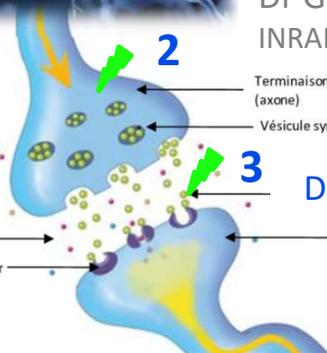
2

Terminaison pré-synaptique  
 (axone)  
 Vésicule synaptique

3

Dr M. Solé ISC

Fente synaptique  
 Récepteur  
 Terminaison post-synaptique  
 (dendrite)





# TORPP Consortium





# TORPP Consortium

## Au 08/12/2023...

- Mr A. Legrand (Translational Research Engineer – TORPP Scientific Coordinator), Nantes Université, CHU Nantes, DRI, 44000, Nantes, France.
- Dr L. Garrido (Veterinarian), Fundación para la Conservación y Recuperación de Animales Marinos (CRAM), Barcelona, Spain.
- Dr M. El Rakwe (Chemist), Dr E. Prado (Chemist), IFREMER, RDT Research and Technological Development, F-29280 Plouzané, France.
- Dr JC Auguet (Ecologist), MARBEC, Université de Montpellier, CNRS, Ifremer, IRD, Montpellier, France.
- Pr A. Sauvaget (Psychiatrist), Dr S. Bulteau (Psychiatrist), Addictologie and psychiatrie de liaison, CHU de Nantes, 44000 Nantes, France.
- Dr F. Aubret (Biologist of Evolution), School of Molecular and Life Sciences, Curtin University, Brand Drive, Bentley, Western Australia, 6102, Australia.
- Dr AM. Silvestre (Veterinarian), CRARC (Catalonian Reptiles and Amphibians Rescue Center). Masquefa. Barcelona. Spain.
- Dr JL. Crespo Picazo (Veterinarian), Fundación Oceanogràfic, City of Arts and Sciences, Valencia, Spain.
- Dr S. Lecomte (Chemist), University of Bordeaux, CNRS, Bordeaux INP, CBMN UMR5248, Pessac, France.
- Dr E. Bigot-Corbel (Biochemist), Laboratoire de Biochimie, Hôpital Laënnec, Centre Hospitalier Universitaire de Nantes, France.
- Dr M. Solé (Ecotoxicologist), Institute of Marine Sciences (ICM-CSIC), 08003 Barcelona, Spain.
- Dr G. Chapelet (Gerontologist), Pole de gérontologie clinique, Centre hospitalier universitaire de Nantes, Nantes, France.
- Pr V. Sebillé (Biostatistician), Université de Nantes, Université de Tours, INSERM, SPHERE U1246, Nantes, France.
- Dr T. Deschamps (Cognitive Neuroscientist), Laboratory "Movement, Interactions, Performance" (E.A. 4334), University of Nantes, Nantes, France.
- Pr S. Breurec (Bacteriologist), Laboratory of Clinical Microbiology, University Hospital Centre of Guadeloupe, Pointe-à-Pitre/Les Abymes, France.
- Dr A. Lannuzel (Neurologist), Service de Neurologie, Centre Hospitalier Universitaire de Pointe-à-Pitre, Guadeloupe, French West Indies
- Dr G. Blanvillain (Herpetologist), Virginia Tech (Virginia Polytechnic Institute and State University) | VT · Department of Biological Sciences.
- Dr C. Trang (Gastro-enterologist), Service de gastro-entérologie, Hôtel-Dieu, CHU de Nantes, place Alexis-Ricordeau, 44093 Nantes cedex 01, France.
- Dr G. Michel (otorhinolaryngologist), Service ORL, Hôtel-Dieu, CHU de Nantes, place Alexis-Ricordeau, 44093 Nantes cedex 01, France.
- Dr I. George (Ethologist), Université de Rennes, CNRS, EthoS (Ethologie animale et humaine) - UMR 6552, F-35000, Rennes, France.
- Pr E. Montassier (Emergency Physician), Dr P. Pes (Emergency Physician), Emergency Department, CHU Nantes, Nantes, France.
- Dr D. Boels (Toxicologist), Public Health Department, Nantes University Hospital, Nantes, France.
- Dr L. Ward (Ecologist), Dr S. Kophamel (Ecologist), College of Public Health, Medical and Veterinary Sciences, James Cook University, Townsville, Queensland, Australia
- Dr L. Simon (Neonatologist), Mrs E. Gauvard (PICU Nurse), Department of Neonatology, Nantes University Hospital, Nantes, France
- Dr K. Lakhal (Intensivist), Dr J. Dauvergne (ICU Registered Nurse), Nantes Université, CHU Nantes, service d'anesthésie-réanimation, hôpital Laënnec, F-44000 Nantes, France
- Dr V. Olmo-Lugo (Veterinarian), Centre Veterinari El Castell, Barcelona, Spain.
- Dr C. Miaud (Ecologist- INIDICT II Coordinator), PSL, UMR 5175 CEFE, EPHE, Biogeography and Vertebrate Ecology, 1919 route de Mende, 34000 Montpellier, France.



# TORPP Consortium

## ***The Turtles Whisperers: Introducing the TORPP One Health consortium to assess health and environmental issues on microplastics pollution, through innovative humans & marine turtles cross-analysis.***

Legrand A.<sup>1</sup>, Garrido L.<sup>2</sup>, El Rakwe M.<sup>3</sup>, Auguet JC.<sup>4</sup> & Sauvaget A.<sup>5</sup>; TORPP Group<sup>6</sup>

1. Nantes Université, CHU Nantes, Direction de La Recherche Et de L'Innovation, 44000, Nantes, France.
2. Fundación para la Conservación y Recuperación de Animales Marinos (CRAM), Barcelona, Spain.
3. IFREMER, RDT Research and Technological Development, F-29280 Plouzané, France.
4. MARBEC, Université de Montpellier, CNRS, Ifremer, IRD, Montpellier, France.
5. Addictologie and psychiatrie de liaison, CHU de Nantes, 44000 Nantes, France; Laboratoire "mouvement, interactions, performance" (EA 4334), Faculté Sciences du sport, Université de Nantes, 44000 Nantes, France.
6. TORPP Foundation (Turtles, One-health Research & Plastic Pollution) – <https://torpp.net>

**Abstract:** WHO defines One Health issue as the ability “to aggregate multiple sectors, disciplines (...) to tackle threats to health and ecosystems”. However, sciences remain largely compartmentalized, self-centered. Here we report a unique pluridisciplinary research consortium spanning 16 disciplines, 12 institutes and 4 countries, all focused on a major one-health issue: MicroPlastics (MPs) pollution. Whereas MPs topic has been largely studied in marine ecology, researches remain scarce in humans. By contrast, medicine uses specific pathophysiological concepts and resolute tools to measure health and cognitive impacts of MPs which are largely unknown to ecologists and veterinarians. TORPP Consortium (Turtles, One-health Research & Plastic Pollution <https://torpp.net> ) designs ecological, experimental and clinical trials to explore MPs toxicity in a constant feed-back between Human and Environmental Health. To illustrate, we report MIGUD research on MPs neurotoxicity, combining clinical study on depressive patients, cross-analyzed with experimentations on cognitive impairment in marine turtles.





## Projets Démonstrateurs TORPP

### 👉 **CAOUA (Dr Auguet – CNRS MARBEC)**

- AO BIODIVOC

Évaluation de l'impact de la pollution micro-plastique sur le microbiote intestinal et la vulnérabilité des tortues CAOUANnes (Caretta caretta) du Golfe du Lion

### 👉 **MIPACID (Pr Sauvaget –CHU de Nantes)**

- AOI CHU Nantes / ANSES

MicroPlastiques, Axe Cerveau-Intestin & Dépresssion

### 👉 **MIPMAT ( Pr Lannuzel – CHU de Pointe-A-Pitre)**

- AO FEDER Guadeloupe

MicroPlastiques, Maladie d'Alzheimer & Tortues marines

CAOUA



## CAOUA

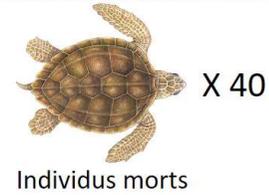
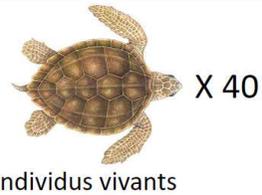
Evaluation de l'impact de la pollution micro-plastique sur le microbiote intestinal et la vulnérabilité des tortues CAOUAnnes (*Caretta caretta*) du Golfe du Lion



CAOUA



WP1: Élaboration d'un protocole standardisé d'échantillonnage et d'analyse du microbiote intestinal des tortues marines.



Faeces Cloaca Lavement cloaco-colique

Cloaca Lower intestine



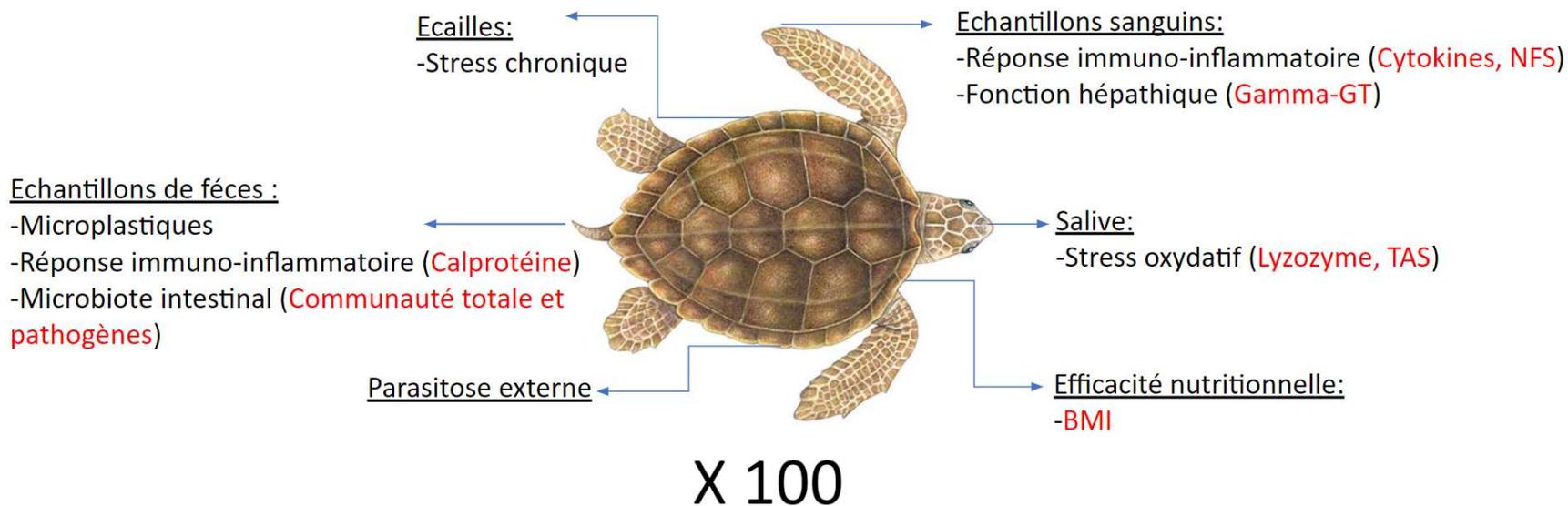
Métabarcoding sur V3-V4 du 16S rDNA

- Equivalence des différents proxys du microbiote intestinal?
- Equivalence des microbiotes entre les états pré et post mortem?
- Identification du meilleur proxy du microbiote intestinal?

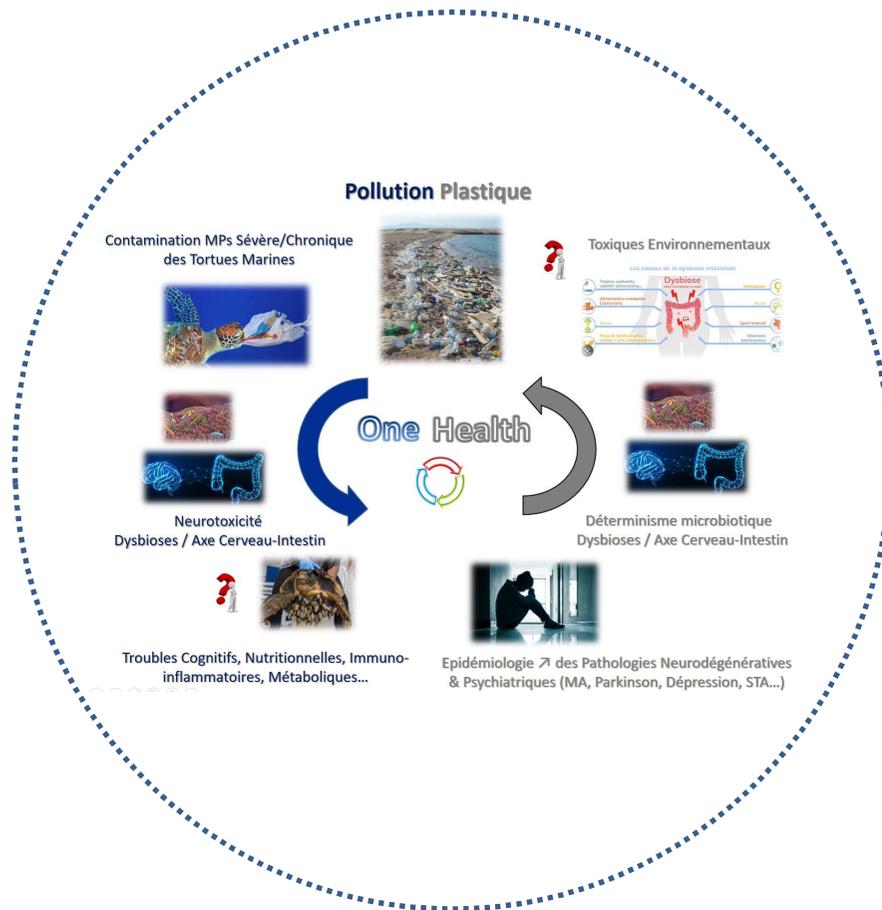
**WP2: Caractérisation et Quantification de la Dysbiose Intestinale en lien avec la contamination microplastique et conséquences sur la santé des tortues marines.**

**OBJECTIFS**

- I) Caractériser et quantifier les dysbioses du microbiote intestinal associées à la pollution microplastique
- II) Mettre en évidence une relation entre dysbiose et **index de santé** chez la tortue caouanne



# MIPACID



## MIPACID MIcroPlastiques, Axe Cerveau Intestin & Dépression



Programme de Recherche OneHealth visant l'analyse croisée de la contamination et la neurotoxicité des microplastiques chez l'Homme et les Tortues Marines

**Coordinateur Scientifique** **Mr Arnaud Legrand**  
 Ingénieur de Recherche Clinique & Translationnel  
 DRI CHU de Nantes  
 \*Co-porteur Projet CAOUA (<https://biodivoc.edu.umontpellier.fr/recherche/projets-pilotes/projet-caoua/>)  
 \* Coordinateur Scientifique Programme TORPP (<https://torpp.net>)

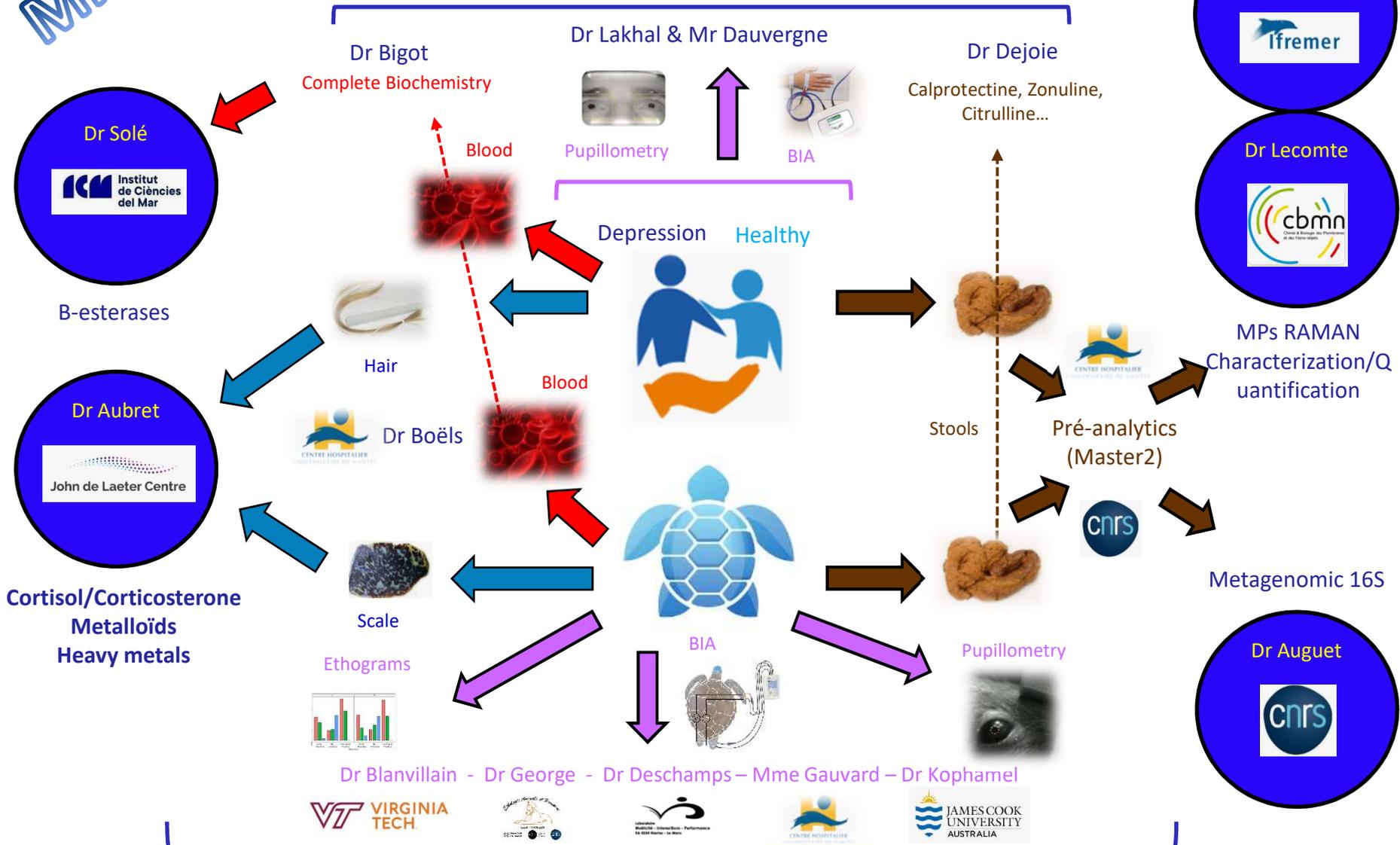
**Investigateur Principal** **Pr Anne SAUVAGET**  
 CETIP, Psychiatrie Universitaire,  
 CHU de Nantes et Laboratoire MIP, UFR STAPS. CHU Nantes  
[anne.sauvaget@chu-nantes.fr](mailto:anne.sauvaget@chu-nantes.fr)

**Méthodologiste** **Pr Véronique SEBILLE**  
 UMR INSERM SPHERE  
 Plateforme de Méthodologie et Biostatistiques (PMB) CHU de Nantes  
[Veronique.sebille@univ-nantes.fr](mailto:Veronique.sebille@univ-nantes.fr)

# MIPACID



Mr Legrand - Pr Sauvaget - Dr Trang



Dr Crespo Picazo



Dr Garrido

Dr Silvestre



# MIPMAT



## WP1 Etude Clinique Cas-Témoin Appariée dans la Maladie d'Alzheimer.

Explorer l'hypothèse que la pollution microplastique est impliquée dans la physiopathologie de la Maladie d'Alzheimer et son expression clinique, de par la neurotoxicité directe des MPs, mais aussi via une dysbiose du microbiote intestinal et une perturbation du mGBA.

Une étude clinique pilote sera ainsi réalisée au CHU de Guadeloupe par les Pr Lannuzel (Service de Neurologie) & Breurec (CIC), incluant un partage des expériences et expertises avec le projet MIPACID\* et une cohorte MIPMAT métropolitaine coordonnée par le Dr Chapelet au CHU de Nantes.

### Méthodes/Protocoles :

Articulé sur un Design Cas-Témoin apparié (Sexe, Age +/-5ans-, Grade MA), l'essai visera à comparer la contamination microplastique entre des patients souffrant de MA à expression neuropsychiatrique faible à modérée (Terciles 1 & 2 du score NPI) versus des patients souffrant de MA avec un tableau neuropsychiatrique sévère (Tercile 3 du score NPI). Ces 2 cohortes seront secondairement comparées à des patients sains appariés sur le sexe et l'âge. De qualification RIRCM, le recrutement de 31 patients par groupe\* est visé sur 3ans d'étude.

\* Zhang et al. 2021, fait état d'une concentration moyenne en MPs de 9 +/- 8.74 particules /g de selle au sein d'une cohorte urbaine saine chinoise (Pékin) contemporaine, toutes typologies de polymères plastiques confondues (PP, PS, PE, PET, PU). Nous inférons que cette contamination est au moins doublée chez des patients seniors souffrant de la Maladie d'Alzheimer (18) et triplée chez les patients à forte expression neuropsychiatrique (3ème Tercile du NPI. En visant un appariement ratio 1/1 une corrélation Rho à 0.3, alpha à 2.5% et une puissance cible à 99%, 31 patients appariés par groupes sont requis pour notre évaluation.

Zhang et al. 2021. *You are what you eat: Microplastics in the feces of young men living in Beijing. Sci Total Environ.*  
Cummings J. 2020. *The Neuropsychiatric Inventory: Development and Applications. J Geriatr Psychiatry Neurol.*

## WP2 Les Tortues Marines, sentinelles de l'évolution de la pollution plastique en Guadeloupe ...

Analyser de façon translationnelle et transdisciplinaire (OneHealth), les niveaux d'exposition/contamination des écosystèmes marins et terrestres aux microplastiques, et le risque sanitaire pour la population guadeloupéenne.

Emblématiques et résolutes, les tortues marines constituent un modèle biologique sentinelle extrêmement pertinent en Guadeloupe pour la mesure de la sévérité et de l'évolution du risque écotoxicologique liés aux MPs sur les mêmes bases méthodologiques que le Réseau Européen INDICT (<https://indicit.cefe.cnrs.fr/>)

### Méthodes/Protocoles :

A l'instar du réseau européen INDICIT (<http://www.patrinat.fr/fr/projet-international-indicator-impact-turtle-indicit-6023>), un monitoring toxicologique des tortues marines échouées sera réalisé en collaboration avec le Réseau des Tortues Marines de Guadeloupe (RTMG) : nécropsies standardisées des tortues marines pour quantification et qualification de la contamination microplastiques, suivi des pontes à terre pour échantillonnage des liquides cloacaux, du sable de ponte, écouvillonnage cloacal, et biopsies d'écailles, sous l'expertise de Mr Arnaud Legrand (Coordinateur Scientifique TORPP) et du Dr Auguet (CNRS MARBEC - Projet CAOUA - <https://biodivoc.edu.umontpellier.fr/recherche/projets-pilotes/projet-caoua/>). L'analyse de 20 cadavres et 10 tortues femelles par an sur 5 années consécutives est visée. Les niveaux de contaminations et le risque sanitaire pour la population guadeloupéenne seront eux évalués par : enquête alimentaire (Yan et al. 2021), mesures d'exposition (dosage dans le réseau d'eau potable, les plages-sables et eaux de baignade...), l'air de Pointe à Pitre (inhalation-), et niveau de contamination dans les selles. Des dosages d'autres toxiques environnementaux type métalloïdes et métaux lourds seront également explorés dans les cheveux (collaboration avec le Dr Aubret - Université de PortMacQuarie et Université de Perth) et un dosage des estérases, récemment proposés comme biomarqueurs d'expositions aux xénobiotiques en particulier les microplastiques sera également ambitionné (Dr Montserrat - ICN Barcelone).

# Fondation TORPP



**Mr Arnaud Legrand**

**Président**

Ingénieur de Recherche Clinique & Translationnelle  
CHU de Nantes



**Mme Stéphanie Nogues**

**Trésorière**

Strategic Business Developer WORLDLINE



**Mme Lea Brassy**

**Marraine TORPP Hémisphère Nord**

Aventurière surfeuse apnéiste  
Ambassadrice PATAGONIA



**Mr Stewart Allan**

**Parrain TORPP Hémisphère Sud**

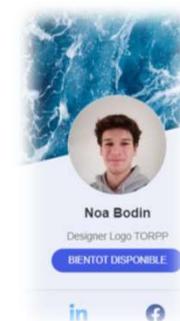
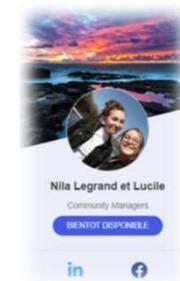
Musicien/Artiste Néozélandais



**Mr Ludovic Legrand**

**Secrétaire Général**

Juriste



# Comité Scientifique TORPP



**Mr Arnaud Legrand (Ingénieur RCT – CHU Nantes)**



**Pr Sébastien Breurec (Bactériologiste – CHU PAP)**



**Dr Albert-Martinez Silvestre (Vétérinaire – CRARC)**



**Dr Jean-Christophe Auguet (Ecologue Microbien CNRS MARBEC)**



**Pr Anne Sauvaget (Psychiatre – CHU Nantes)**



**Dr Guillaume Chapelet (Gériatre – CHU Nantes)**



**Dr Edith Bigot (Biochimiste – CHU Nantes)**



**Dr Maria Elrakwe (Chimiste – IFREMER Brest)**



**Dr Carole Rougé (Microbiologiste – DANONE France)**



**Dr David Boels (Toxicologue – CHU Nantes)**



**Dr Fabien Aubret (Biologiste de l'Evolution – CHU Nantes)**



**Dr Gaelle Blainvilain (Herpétologue – Virginia Tech)**





## Objectifs Médico-Scientifiques TORPP à 3ans

- ➔ 8 études
  - ➔ 3 appels d'offre
  - ➔ 11 publications
  - ➔ 3 congrès internationaux
  - ➔ 4 articles de vulgarisation
  - ➔ Organisation d'un Réseau Sentinelle International
  - ➔ Dissémination: PMA, Gastro-entérologie, Algologie, Gynécologie.
- ➔ **Coût Global Approché TORPP = 809KE**



**NOUS AVONS BESOIN DE VOUS !**

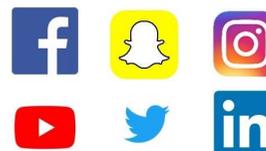
➔ **Recherche de  
Mécénat  
288KE**



## Etre Mécène pour TORPP, c'est ...



⇒ Nous aider à communiquer, sensibiliser ?



⇒ Nous donner du temps?

⇒ Nous mettre à disposition des infrastructures (Salles de réunion...)?

⇒ Nous aider à sensibiliser (Invitation à des séminaires, Goodies d'entreprise...)?

⇒ Nous donner des financements pour la Recherche?

⇒ Nous aider à lever des fonds (Soirées mécènes...)?

⇒ Nous aider à réduire nos coûts de recherche (Accès à des plateformes analytiques, achat de consommables...)?

## Objectifs Médico-Scientifiques TORPP à 3ans

Identification des Coûts	Description	Montant
<b>Coûts Structurels TORPP</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Coordinateur Scientifique 40%ETP 36mois = 58KE</li> <li>✓ Upgrade/Maintenance/Hébergement Site Internet TORPP = 5KE</li> <li>✓ Community Management 36mois (1post/semaine) = 2KE</li> <li>✓ Meeting Annuel Commission Scientifique TORPP Paris = 3KE</li> <li>✓ Soutien Collaborations TORPP (CRAM de Barcelone / Oceanografic de Valence) = 5KE/an = 30KE</li> </ul>	 98KE
<b>Coûts Investigation</b>	<p><b>WP1 : MIPACID/TORPP<sub>T</sub></b>            Explorations des anomalies cognitives et nutritionnelles en lien avec la contamination microplastique chez des tortues marines hospitalisées en centres de réhabilitation (CRAM + Oceanografic).            ✓ Budget TORPP (Caractérisation/ quantification MPs, métaux lourds, métalloïdes + métagénomie + Master2...) = 28KE            ✓ Locations/Achats: BIA Quadscan 4000 / Pupillomètre / Accéléromètre = 8KE</p>	 36KE
	<p><b>WP2 : MIPACID</b>            Etude Cas-Témoin appariés explorant les niveaux de contamination microplastiques entre des patients sains et des patients souffrant d'un EDC (Episode Dépressif Caractérisé)            ✓ Budget MIPACID = 88KE</p>	88KE
	<p><b>WP3 : TORPP<sub>p</sub> Guadeloupe</b>            Analyser chez les tortues marines, les niveaux d'exposition et contamination en MPs des sites de pontes et des femelles reproductrices en Guadeloupe.            ✓ Mission 3personnes + 2 bénévoles + Coordination avec RTMG + Matériel + Budget Caractérisation/ quantification MPs, métaux lourds, métalloïdes + métagénomie + Master2... = 48KE</p>	 48KE
	<p><b>WP4 : MIPMAT</b>            Etude Cas-Témoin appariés explorant les niveaux de contamination microplastiques entre des patients présentant une forme clinique de la Maladie d'Alzheimer à forte expression psychiatrique versus des patients Alzheimer standards.            ✓ Budget MIPMAT = 117KE</p>	117KE

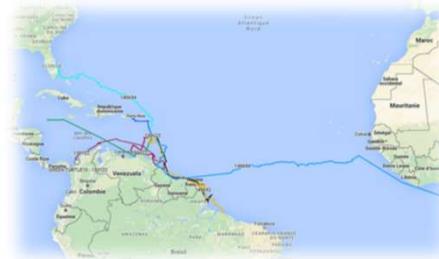
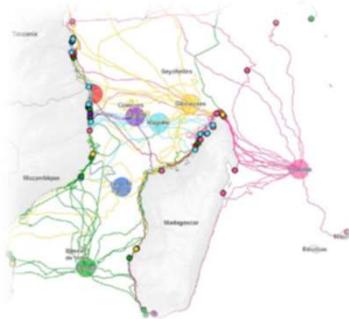
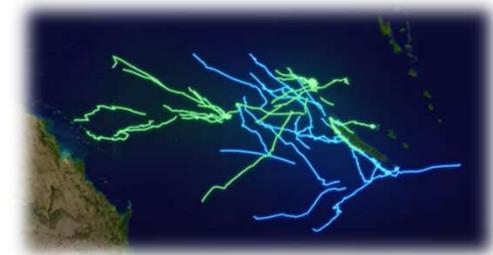
## Objectifs Médico-Scientifiques TORPP à 3ans

	<p><b>WP5 : TORPP<sub>p</sub> NC</b> Analyser chez les tortues marines, les niveaux d'exposition et contamination en MPs des sites de pontes et des femelles reproductrices en NC. ✓ Mission 2personnes + 1 bénévoles + Coordination avec BWARA + Matériel + Budget Caractérisation/ quantification MPs, métaux lourds, métalloïdes + métagénomie + Master2... = 68KE</p> <p><b>WP6 : TORPP<sub>p</sub> International</b> Coordonner l'échantillonnage et l'analyse des niveaux d'exposition et contamination en MPs des sites de pontes et des femelles reproductrices en dans les DOM-TOM Français (Guadeloupe/Martinique/NC/LaRéunion/Mayotte/Polynésie). ✓ Coordination des associations de terrain + Matériel + transports d'échantillons + Budget Caractérisation/ quantification MPs, métaux lourds, métalloïdes + métagénomie + Master2... = 108KE</p> <p><b>WP7 : SORPP</b> Modèles murins expérimentaux explorant l'association entre contamination MPs (Type, Concentration, Chronicité...) et troubles neurocognitifs chez des adultes sains et leur descendance. ✓ Déploiement expérimental UMR INRA PhAN + Budget Caractérisation/ quantification MPs, métaux lourds, métalloïdes + métagénomie + Master2... = 38KE</p> <p><b>WP8 : TORPP Princeps</b> Evaluation de l'impact de la contamination MP sur les performances de migration des tortues marines. <a href="https://torpp.net">https://torpp.net</a> = 208KE</p>	<p> 68KE</p> <p>108KE</p> <p> 38KE</p> <p>208KE</p>
--	---	---





# Développement TORPP Santé Environnementale?



**Dr Jérôme Bourjea**  
CNRS MARBEC – Océan Indien  
La Réunion – Mayotte  
Kelsonia – Oulanga na Nyamba



**Dr Damien Chevallier**  
RTMM (CNRS) – RTMG  
Guadeloupe - Martinique



**Dr Marc Oremus**  
WWF Nouvelle-Calédonie  
BWARA  
Nouvelle-Calédonie

## Maladie d'Alzheimer – Maladie de Parkinson



**Pr Lannuzel**  
Neurologue  
CHU Pointe-A-Pitre



**Dr Chapelet**  
Gériatre  
CHU de Nantes



**Pr Derkinderen**  
Neurologue  
CHU de Nantes

## Douleurs Neuropathiques Chroniques

**Dr Levesque**  
Algologue  
CHU de Nantes



## Troubles de la Reproduction

**Pr Fréour**  
Pharmacien - PMA  
CHU de Nantes



## Endométriose

**Pr Ploteau**  
Gynécologue  
CHU de Nantes





Merci Pour Votre Attention...





La pollution plastique constitue probablement l'un des plus grands défis environnemental et sanitaire de notre époque. Les travaux de Jambeck et al. en 2015 ont ainsi estimé que 4,8 à 12,7 millions de tonnes métriques de déchets plastiques terrestres avaient été introduits dans le milieu marin rien qu'en 2010, contribuant aux 5 trillions de débris plastiques qui polluaient déjà les océans du globe.

De par leur régime alimentaire, les tortues marines, prédateurs supérieurs du milieu océanique, sont hyper exposées à cette pollution et bioaccumulent de manière chronique macro et micro-plastiques. Les niveaux de contamination décrits sont ainsi très supérieurs aux mammifères marins, indexant leur grande vulnérabilité. Car de nombreux travaux ces 10 dernières années ont mis en évidence la toxicité de ces composés : troubles métaboliques/nutritionnels, troubles de la reproduction, perturbations épigénétiques, anomalies immuno-inflammatoires... Mais c'est leur neurotoxicité qui inquiète particulièrement la communauté scientifique.



En effet, ces architectures bactériennes jouent certes un rôle nutritionnel (digestion de notre alimentation, production de métabolites favorables à la santé de l'hôte...), immunitaire (elles éduquent notre système immunitaire et la réponse inflammatoire de notre corps), mais elles sont également en constantes interactions avec notre cerveau via un axe cerveau-intestin qui relie le système nerveux mésentérique au niveau du tube digestif, et le système nerveux central de notre cerveau. Ces bactéries jouent ainsi un rôle significatif sur nos humeurs, comportements, émotions. Transplantez les écosystèmes de patients dépressifs chez des souris saines, elles développeront très vite un répertoire comportemental en lien avec la dépression: perte de motivation alimentaire, déplacements erratiques, perte de sociabilité... Et inversement ces phénomènes de dysbiose (anomalies de la composition bactérienne), ont été mis en évidence chez des patients déprimés, autistes, schizophrènes, mais aussi dans les maladies neurodégénératives de type Alzheimer, Parkinson... comparativement à des témoins sains...



Les MPs, véhiculés par la circulation systémique sont capables de passer la barrière hémato-encéphalique avec un risque de perturbation du système nerveux. Ils peuvent interférer sur les neurotransmetteurs au niveau des synapses, les connexions entre les neurones. Ils peuvent léser les membranes cellulaires, perturber le fonctionnement de certaines protéines (protéinopathies) que l'on retrouve dans les maladies neurodégénératives. Mais une large composante de cette toxicité pourrait résider surtout dans les effets dysbiogènes des microplastiques sur les microbiotes d'organe, c'est-à-dire, la perturbation des écosystèmes bactériens qui vivent en symbiose avec notre organisme au niveau des barrières d'organe, en particulier dans notre tube digestif. Ces phénomènes de dysbiose ont également été mis en évidence en Médecine Humaine dans de nombreuses pathologies et populations cibles : gastro-entérologie, infectiologie, néonatalogie, gérontologie, mais aussi psychiatrie.



TORPP, dans une approche OneHealth originale et assumée (Une seule santé ! C'est à dire la prise de conscience des liens étroits entre la santé humaine, la santé animale et l'état écologique global ; mais aussi la promotion d'une approche pluridisciplinaire et intégrée des enjeux sanitaires.), vise donc à mesurer de manière résolutive l'impact de la pollution plastique sur la santé des tortues marines, notamment grâce au transfert de biomarqueurs et technologies biomédicales innovants –BIA, pupillométrie, dosages cytokiniques- vers la recherche en Ecologie. Inversement la recherche en Ecologie a une maîtrise des techniques analytiques pour caractériser et quantifier les MPs, elle a également des concepts originaux (perturbation des neurotransmetteurs) mis en évidence sur les poissons, les dauphins, les phoques... que nous testerons pour la première fois chez l'Homme...

En considérant les tortues marines comme un modèle biologique quasi expérimental d'exposition sévère et chronique aux MPs, TORPP défend l'ambition de mieux évaluer le risque sanitaire chez l'Homme en explorant l'association causale entre diverses pathologies psychiatriques et/ou neurodégénératives (la dépression en premier lieu) et les niveaux de contamination plastique chez l'Homme.



Fort d'une collaboration efficace et éprouvée (Etude pilote CAOUA, lauréate aux AAP BIODIVOC 2020 de la Région Occitanie <https://biodivoc.edu.umontpellier.fr/recherche/projets-pilotes/projet-caoua/> ) entre le CHU de Nantes, le CNRS , l'IFREMER, le Centre Océanographique de Valence et le CRAM de Barcelone, le consortium TORPP ambitionne d'associer la Société Civile (Crowdfunding) et le Secteur Industriel (Mécénats), à cet effort de recherche, via son Association TORPP (<https://torpp.net> ).

Considérant l'urgence écologique et la dimension emblématique des tortues marines; mais aussi l'enjeu de santé publique majeur pour l'Homme face à la toxicité méconnue des microplastiques, l'objet de recherche TORPP appartient à chacun...

Alors aidez-nous ! ;-)



**TORPP**

Turtles One health Research & Plastic Pollution



**Herpétologue  
Ecophysiologiste**

**Ingénieur de Recherche  
Clinique & Translationnelle**

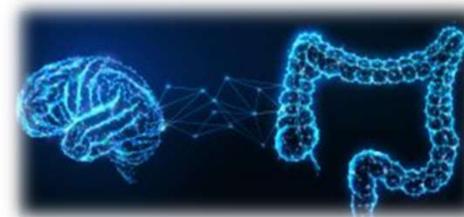
# Pollution Plastique

Exposition Sévère  
des Tortues Marines aux MPs



## Santé Humaine

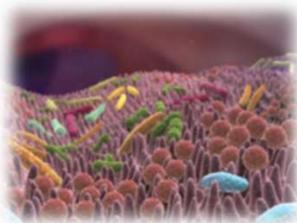
Toxicité des Microplastiques?  
Evolution? Prévention?



Troubles Nutritionnels,  
Immuno-inflammatoires,  
Métaboliques, Reproductifs,  
Neurotoxicité?...

**ONE  
HEALTH**

Epidémiologie ↗  
Pathologies Auto-immunes,  
Neurodégénératives,  
Psychiatriques...



## Santé Environnementale

Evolution? Espèces Sentinelles?  
Prévention/Conservation?

Risque Sanitaire lié aux Microplastiques?  
Exposition/Contamination?  
Enjeu de Santé Publique?