



BANYULS
11 - 12
JANV.
2023

BiodivOc
Biodiversité Occitanie



LE PLASTIQUE DANS TOUS SES ETATS

Alexandra ter Halle

**Laboratoire des Interactions Moléculaires et Réactivité
Chimique et Photochimique**



Laysan Albatrosses swallow indigestible matter

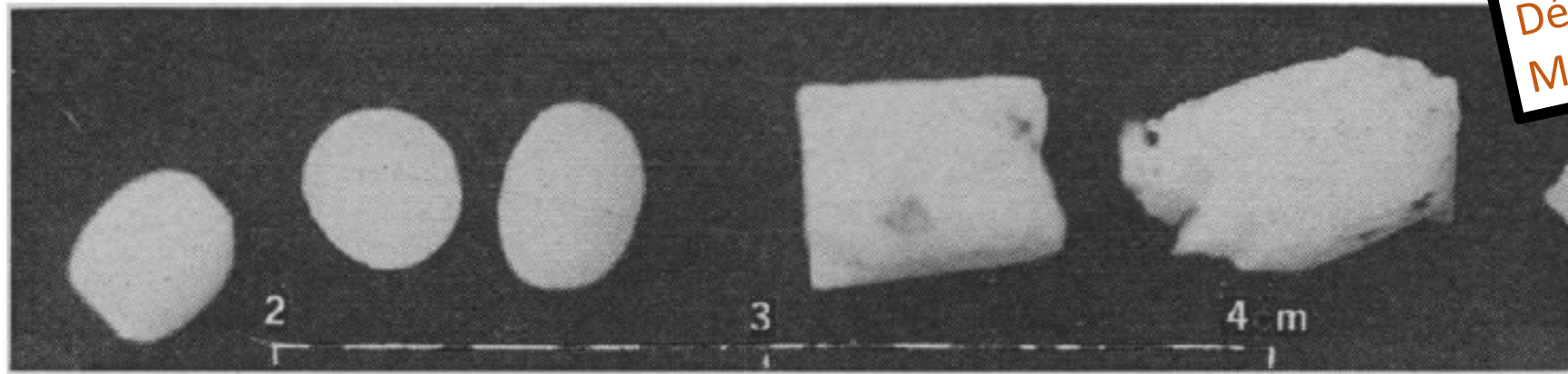
Kenyon and Kridler.
Marine Poll Bull **1969**



Plastic on the Sargasso sea surface

Science

Carpenter et al. 1972



Débris
Millimétriques

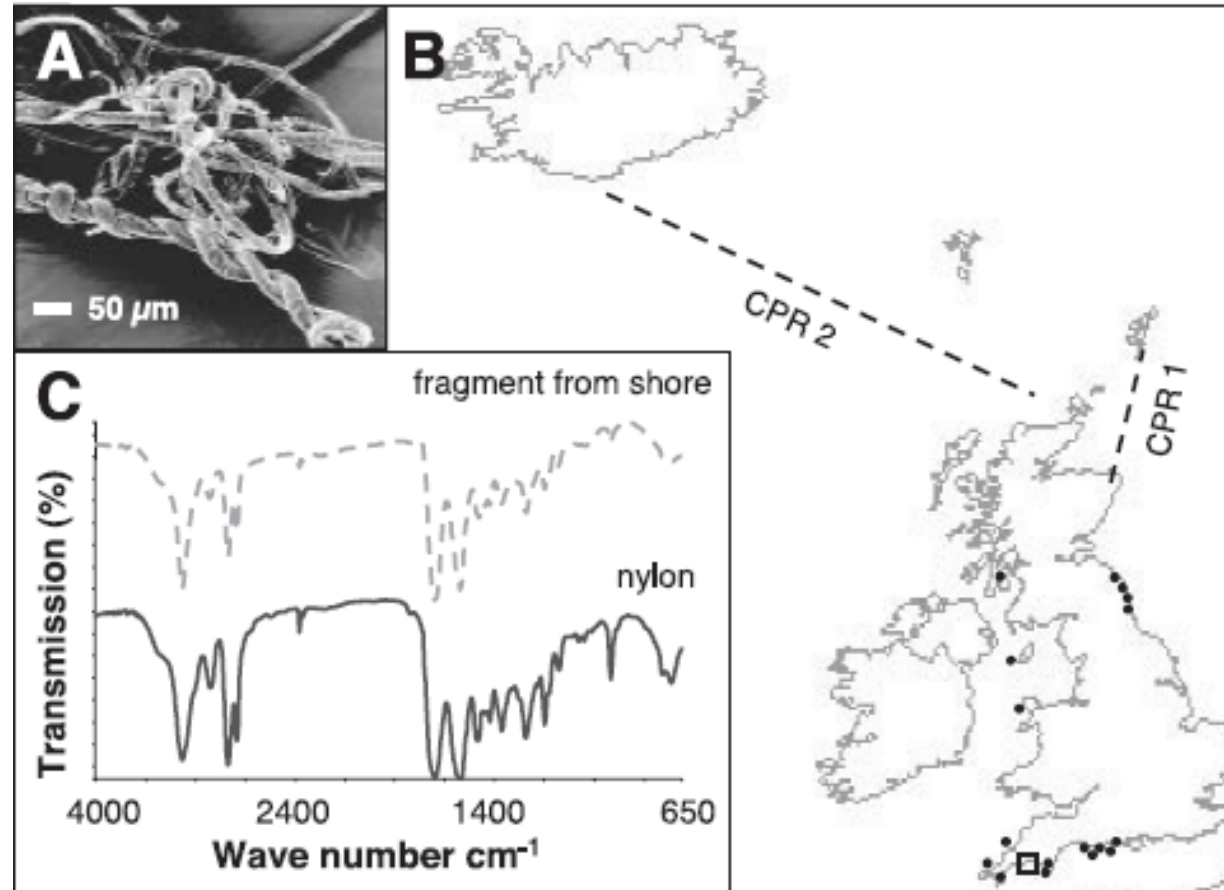
Fig. 1. Typical plastic particles from tow 2. White pellets are on the left.

Lost at sea. Where is all the Plastic?

Science

Thompson et al. 2004

Microplastiques
micrométriques

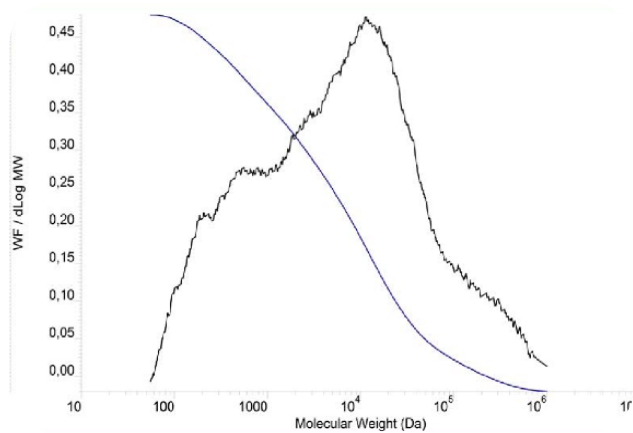


Où est tout le plastique ?

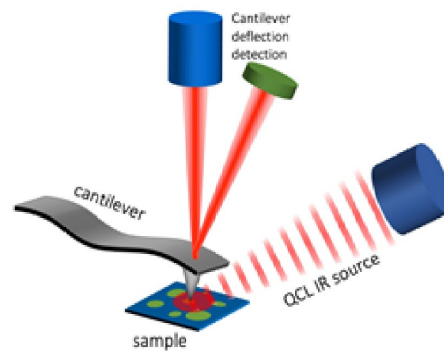
Dans quel état est-il ?

Caractérisation multi-échelle des débris plastiques

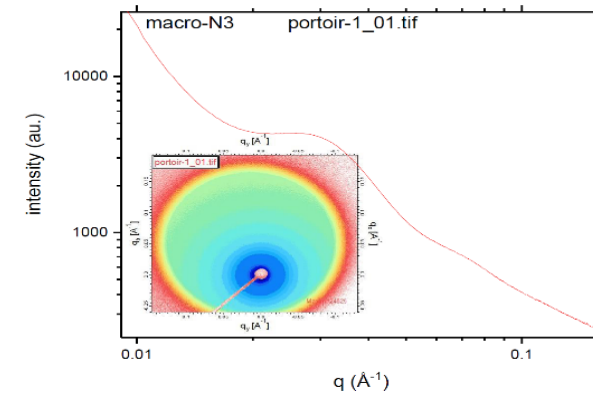
Chromatographie
exclusion stérique
Calorimétrie



μ -Infrarouge
AFM-IR



SAX
Raman

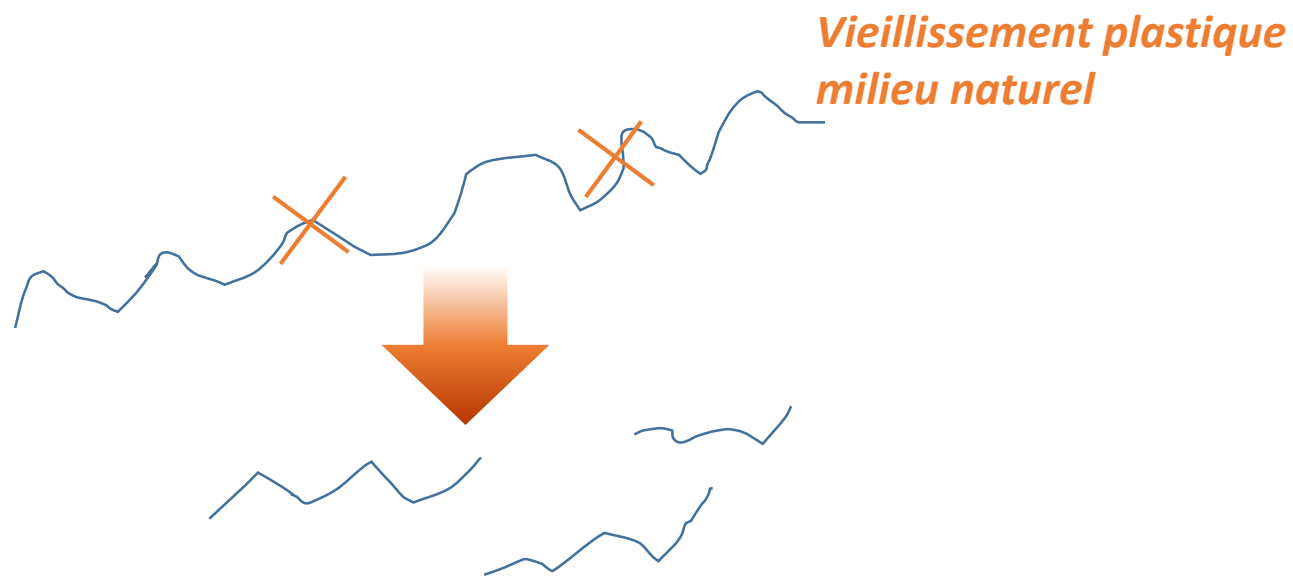


Caractérisation multi-échelle des débris plastiques

Chromatographie
exclusion stérique
Calorimétrie



Poids moléculaires
divisés par 10

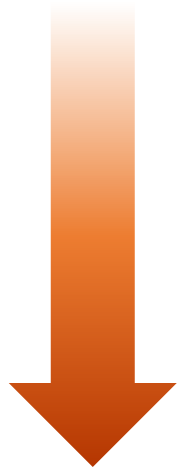


Caractérisation multi-échelle des débris plastiques

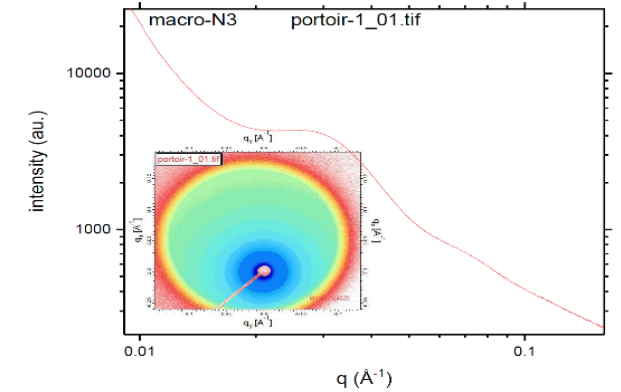
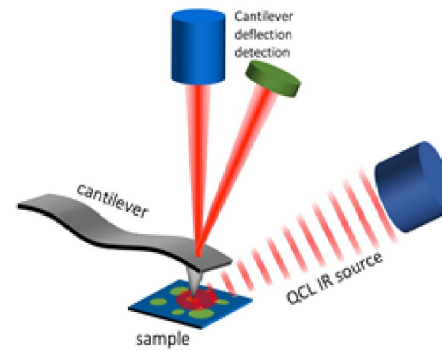
Chromatographie
exclusion stérique
Calorimétrie

μ -Infrarouge
AFM-IR

SAX
Raman



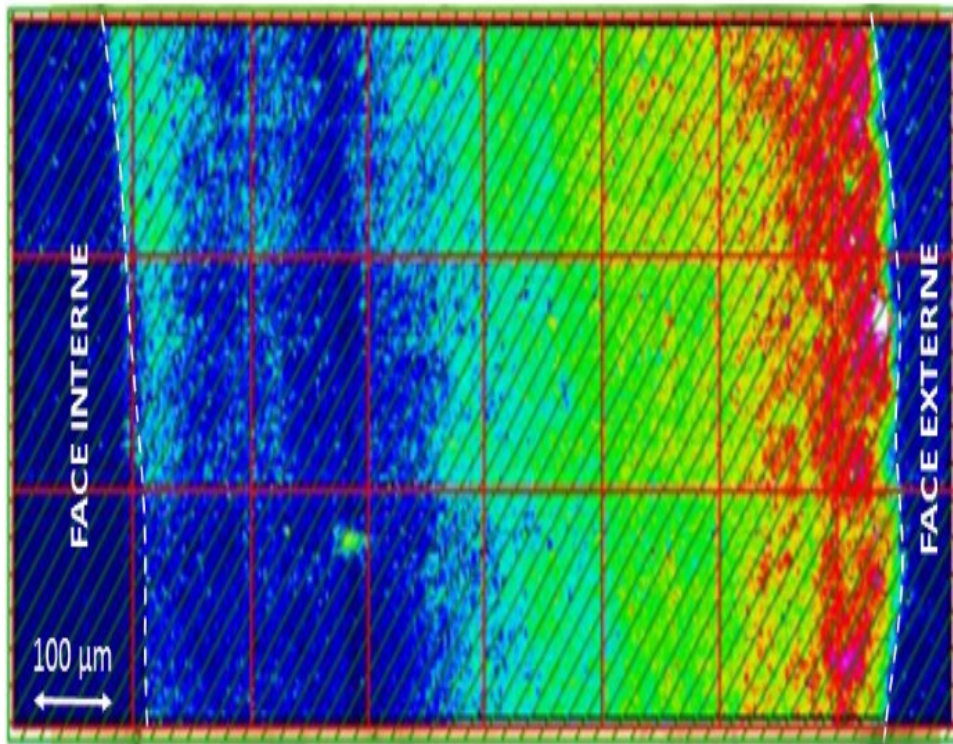
Modifications
structurales



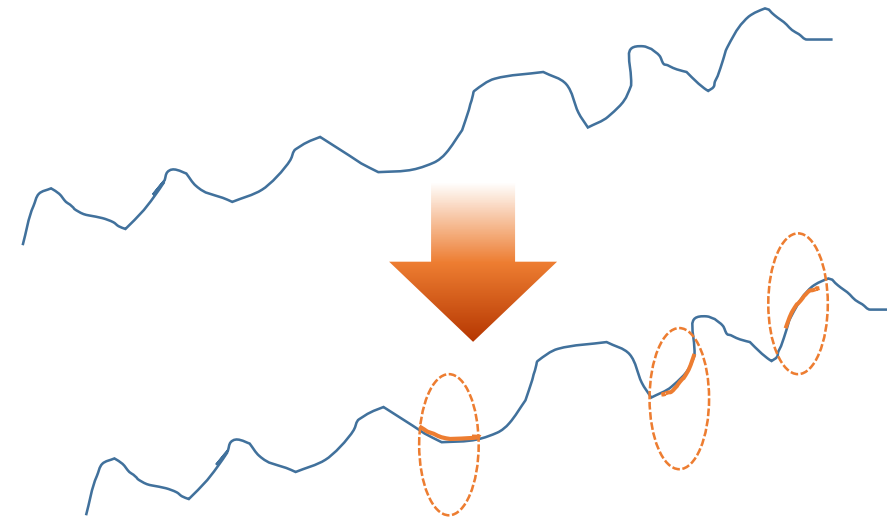
Caractérisation multi-échelle des débris plastiques

μ -Infrarouge
AFM-IR

Cartographie indice carbonyle



*Vieillessement plastique
milieu naturel*

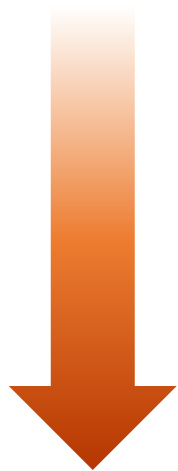


Caractérisation multi-échelle des débris plastiques

Chromatographie
exclusion stérique
Calorimétrie

μ -Infrarouge
AFM-IR

SAX
Raman

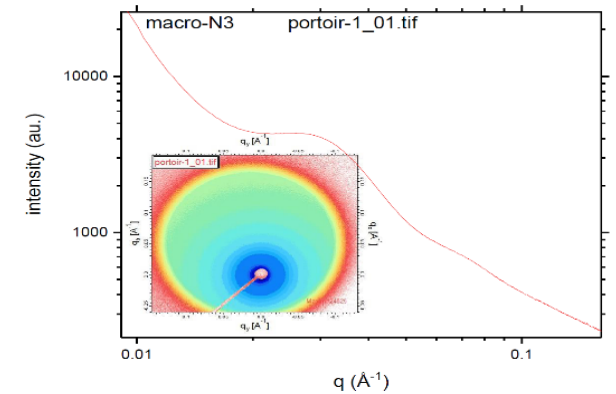


Modification
structurales



Modifications
structurales

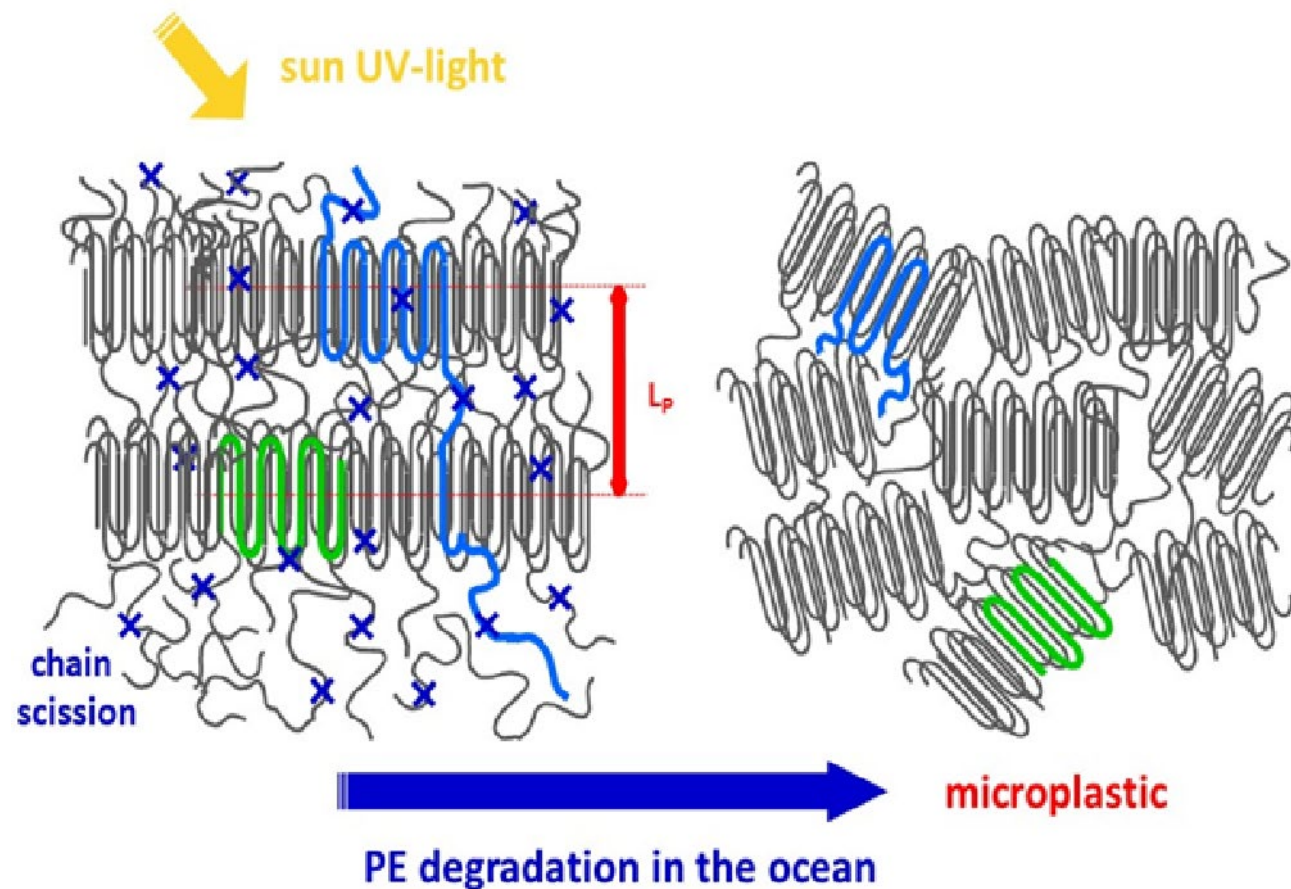
Hétérogénéité



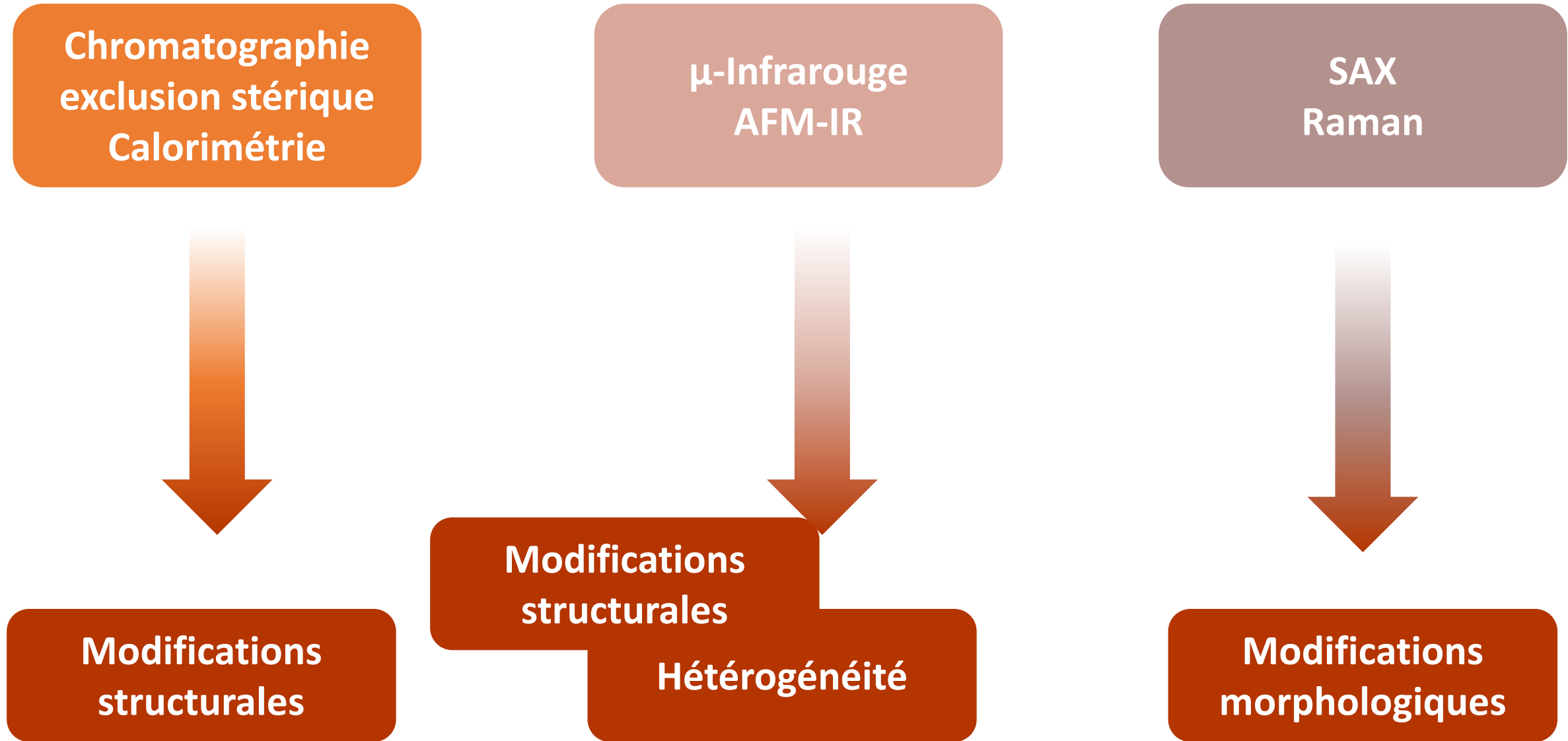
Caractérisation multi-échelle des débris plastiques

SAX
Raman

Cristallinité : + 40 %



Caractérisation multi-échelle des débris plastiques



Caractérisation multi-échelle des débris plastiques

Chromatographie
exclusion stérique
Calorimétrie

μ -Infrarouge
AFM-IR

SAX
Raman

Modifications structurales et morphologiques profondes

Dans quel état est il?

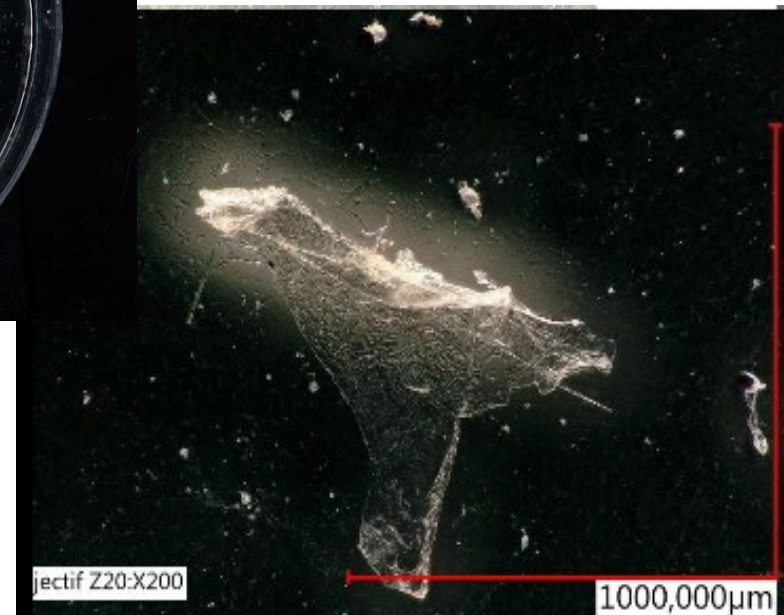
Macrodéchets



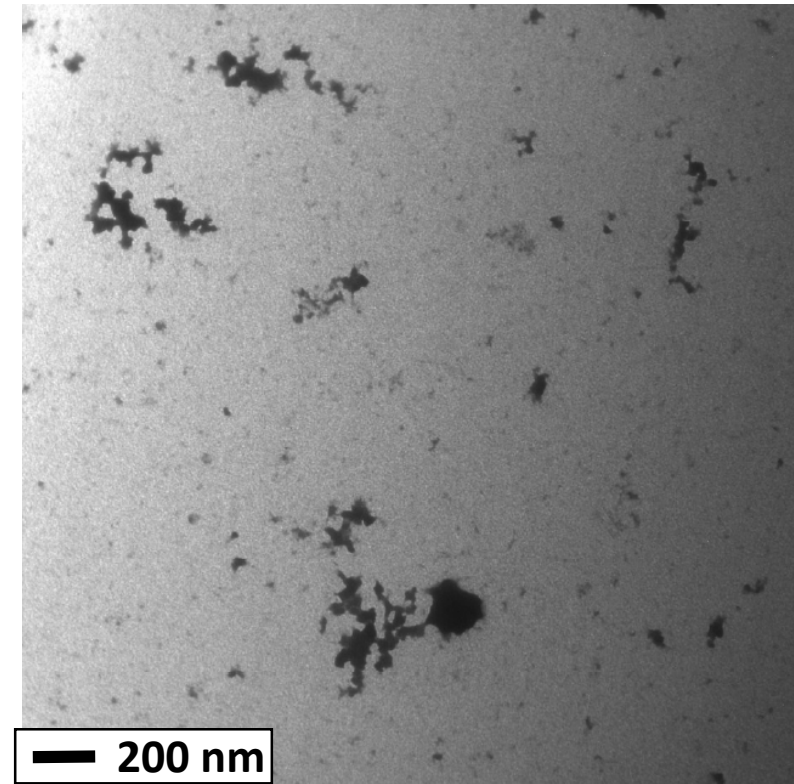
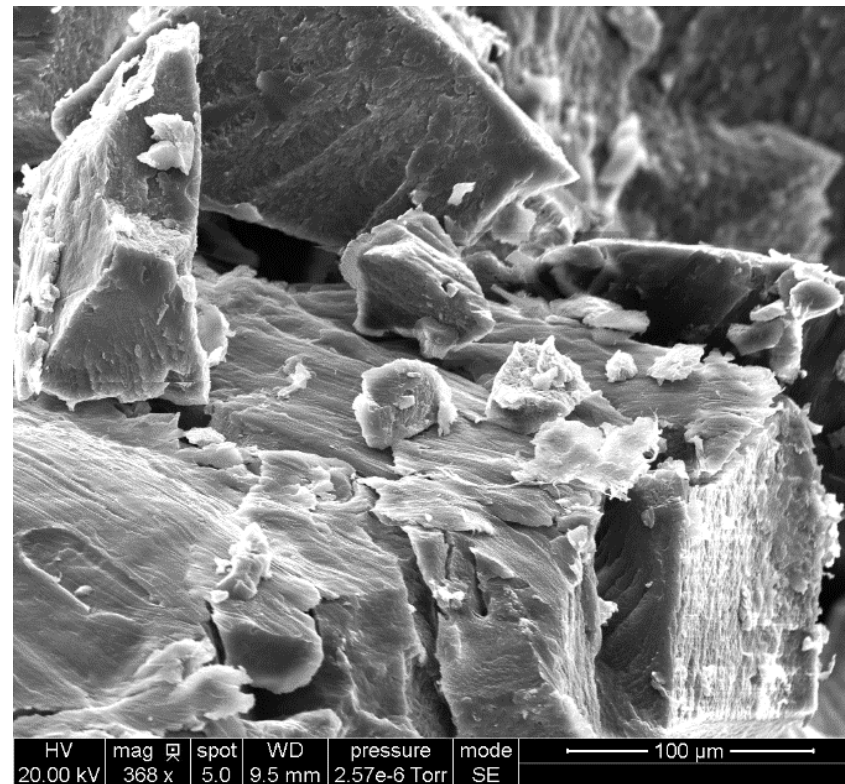
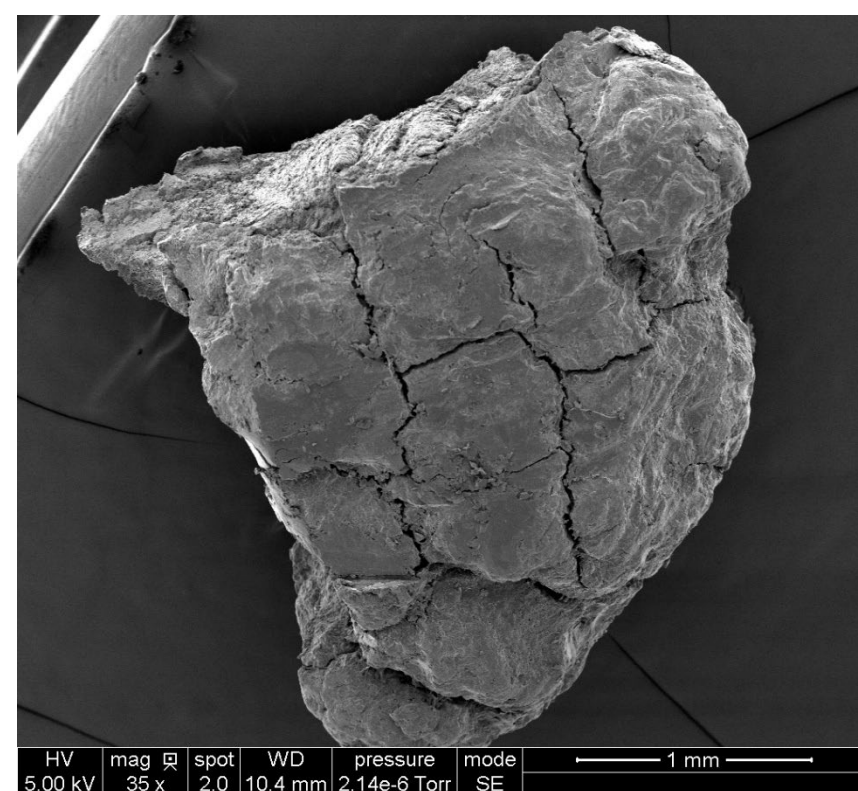
Grands Microplastiques



Petits Microplastiques



... formation de nanoplastiques



Les nanoplastiques, dans quel état?

Caractérisation structurale

Pas d'information

Nature colloïdale des nanoplastiques

Forte réactivité,

Eco-corona

Agrégation

Abondance relative / constituants naturels du milieu

Abondance relative

Le cas des eaux continentales:

Matière organique naturelle : typiquement 20 mg/L

Nanoplastiques : typiquement 200 ng/L*

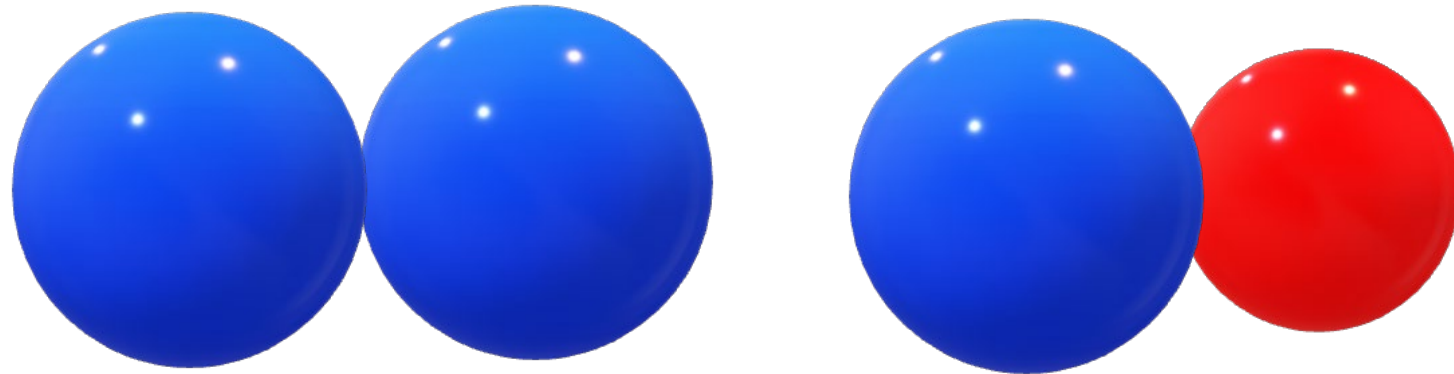


**100 000 fois plus de matière organique
naturelle**

Analyse de traces

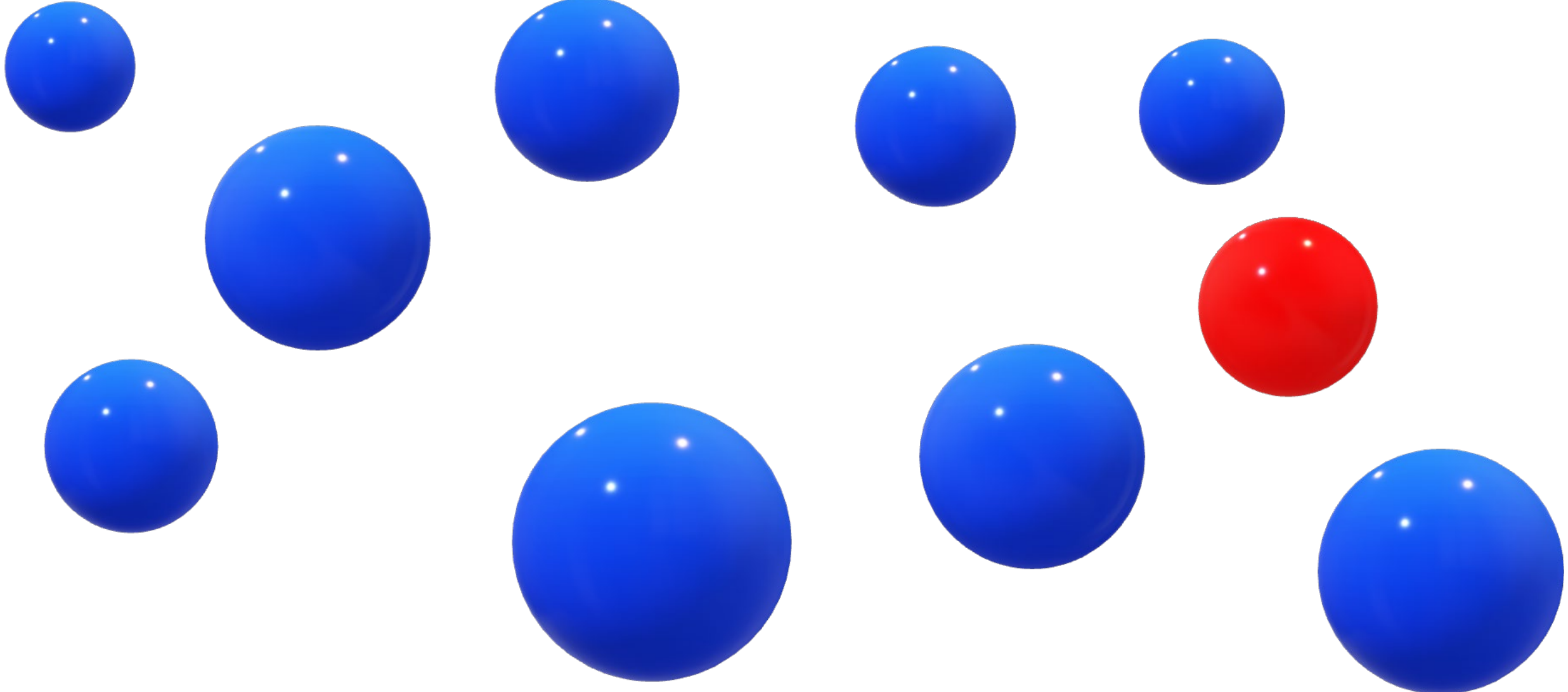
Réactivité des nanoplastiques

Agrégation : Homoagrégation ou Hétéroagégation ?



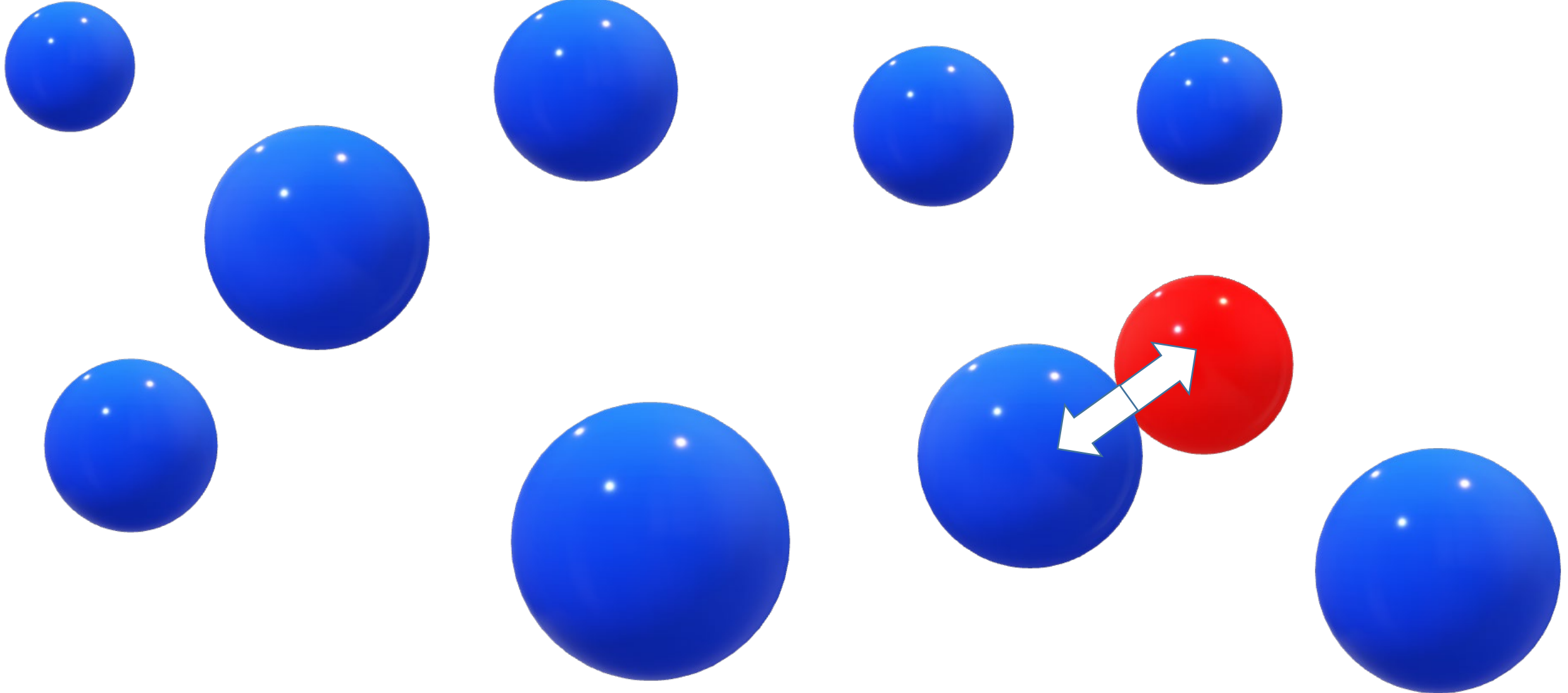
Réactivité des nanoplastiques

Agrégation : Homoagrégation ou Hétéroagrégation ?



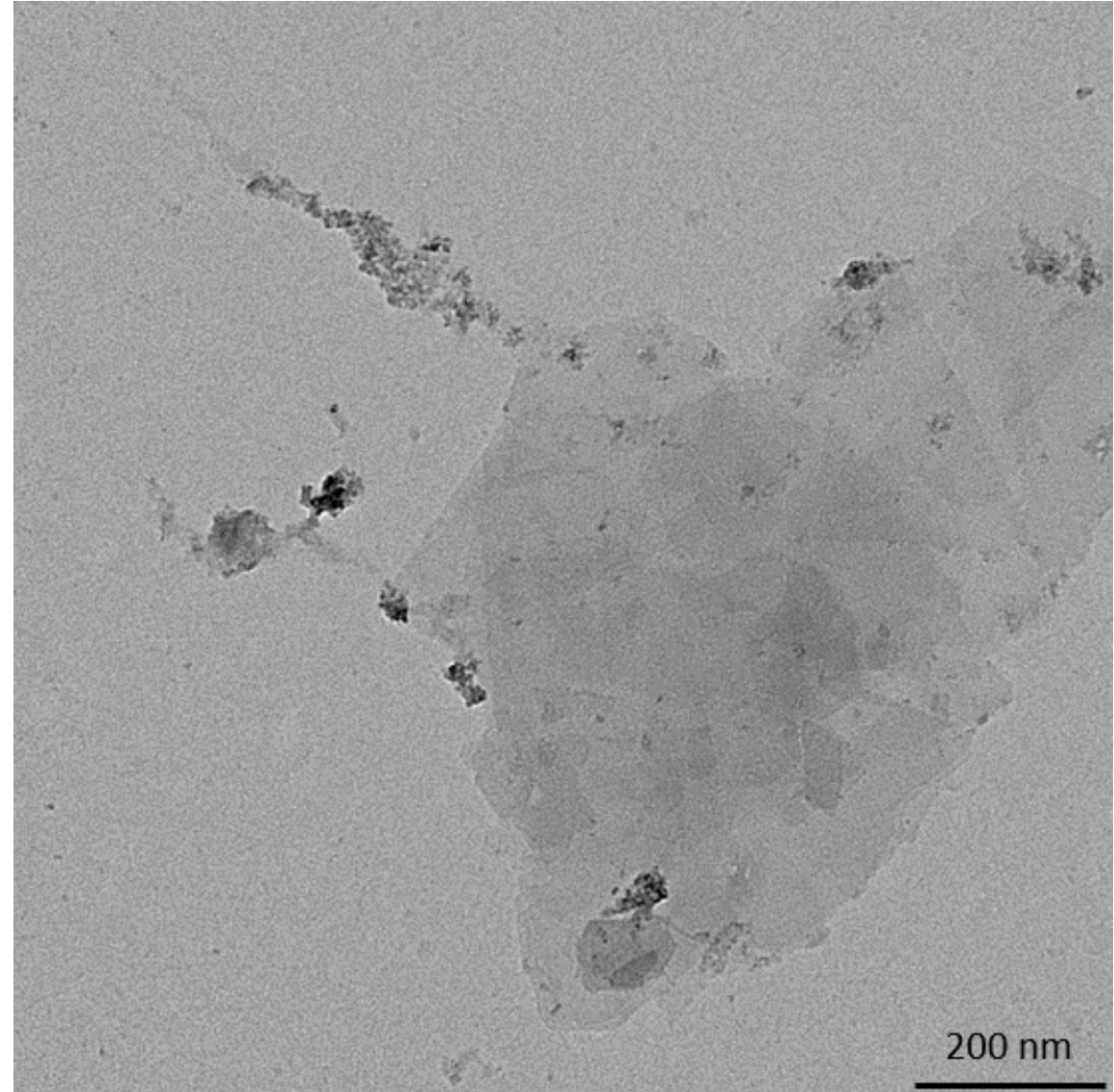
Réactivité des nanoplastiques

Agrégation : Homoagrégation ou Hétéroagrégation ?



Colloïdes eau de Garonne

Image en microscopie électronique



Le plastique dans quel état ?

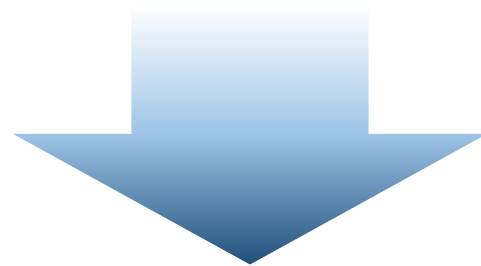
Macroscopique Nanométrique

≠ polymère initial

Nanoplastique : nature chimique non élucidée

En proportions bien inférieures aux constituants naturels du milieu

Interaction forte avec la matière organique naturelle



Réactivité, devenir, interactions avec cellules, biota

REMERCIEMENTS



La thalio Carvi.fr



Merci de votre attention

Mathalie Cauvi.fr

**EXPEDITION
7^e CONTINENT**
septiemecontinent.com | seventh-continent.com

Nanoplastique : définition / taille

Nanoplastiques:

Particules de plastique < 1000 nm

Parallèle avec le domaine des nanotechnologies

Nanoparticules < 100 nm ?

Environmental Pollution xxx (2018) 1–5



Contents lists available at [ScienceDirect](#)

Environmental Pollution

journal homepage: www.elsevier.com/locate/envpol

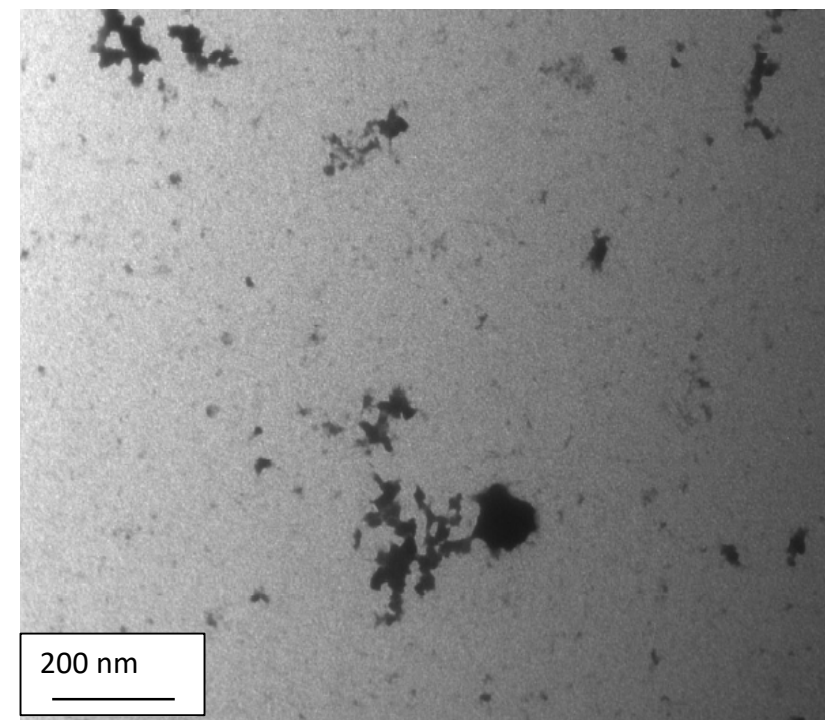
Current opinion: What is a nanoplastic?☆

Julien Gigault ^{a,*}, Alexandra ter Halle ^b, Magalie Baudrimont ^c, Pierre-Yves Pascal ^d,
Fabienne Gauffre ^e, Thuy-Linh Phi ^a, Hind El Hadri ^f, Bruno Grassl ^f, Stéphanie Reynaud ^f

Nanoplastiques

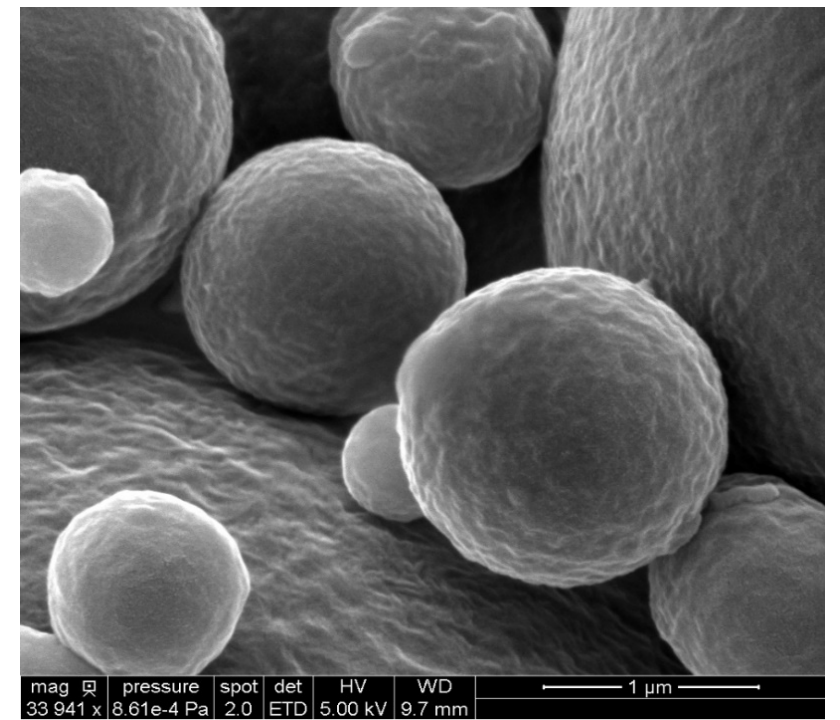
Nanoplastiques:

Issus de la dégradation du plastique dans le milieu naturel



Nanoplastiques modèles:

Nanoparticules de plastique synthétisées



Analyse des nanoplastiques

Détection, quantification

nanoplastiques

~ 10 articles



nanosphères modèles

< 30 articles

Enjeux ≠ nanosphères

Doser : EXTRAIRE, ISOLER, ANALYSER

Analyse des nanoplastiques

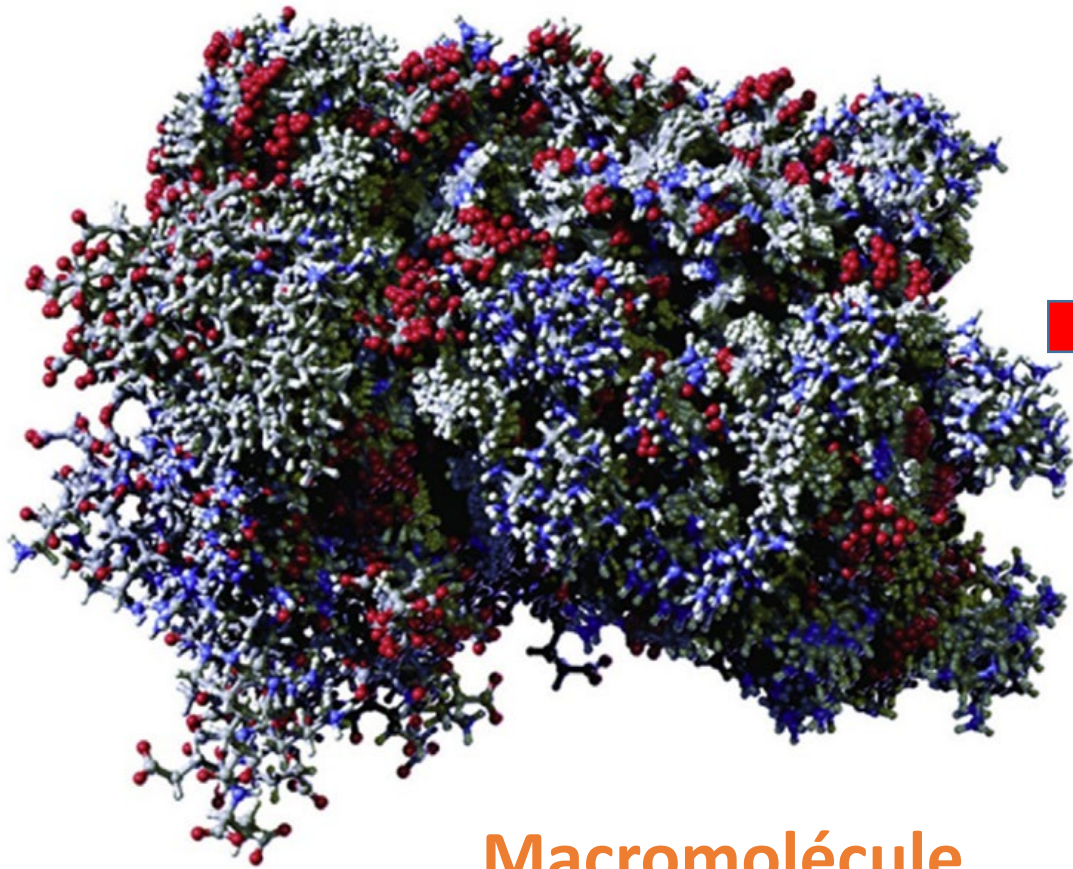
Caractérisation structurale

Pas d'information

Pyrolyse-GC-MS

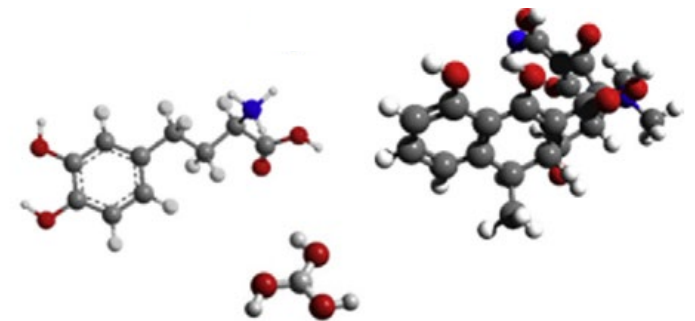
Principe:

Y. Picó, D. Barceló / Trends in Analytical Chemistry 130 (2020) 115964



Macromolécule
(typiquement 100 000 g/mol)

Décomposition thermique



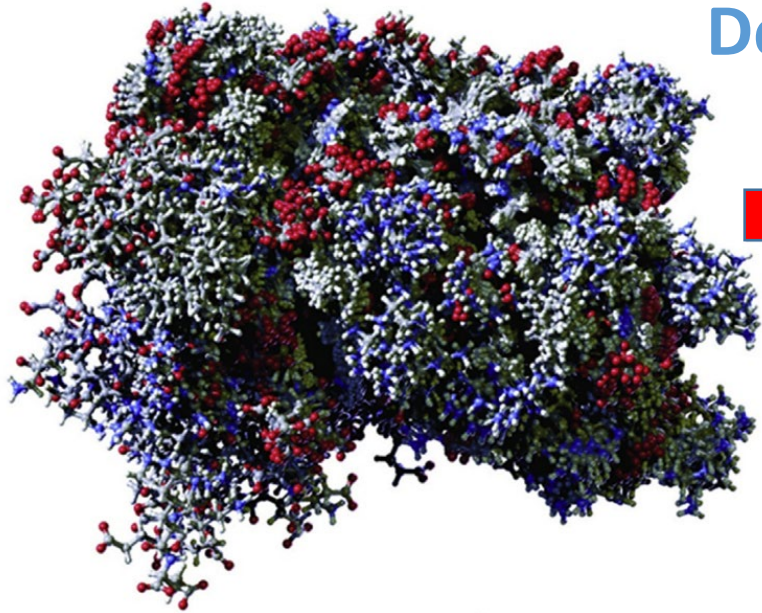
Molécules

Pyrolyse-GC-MS

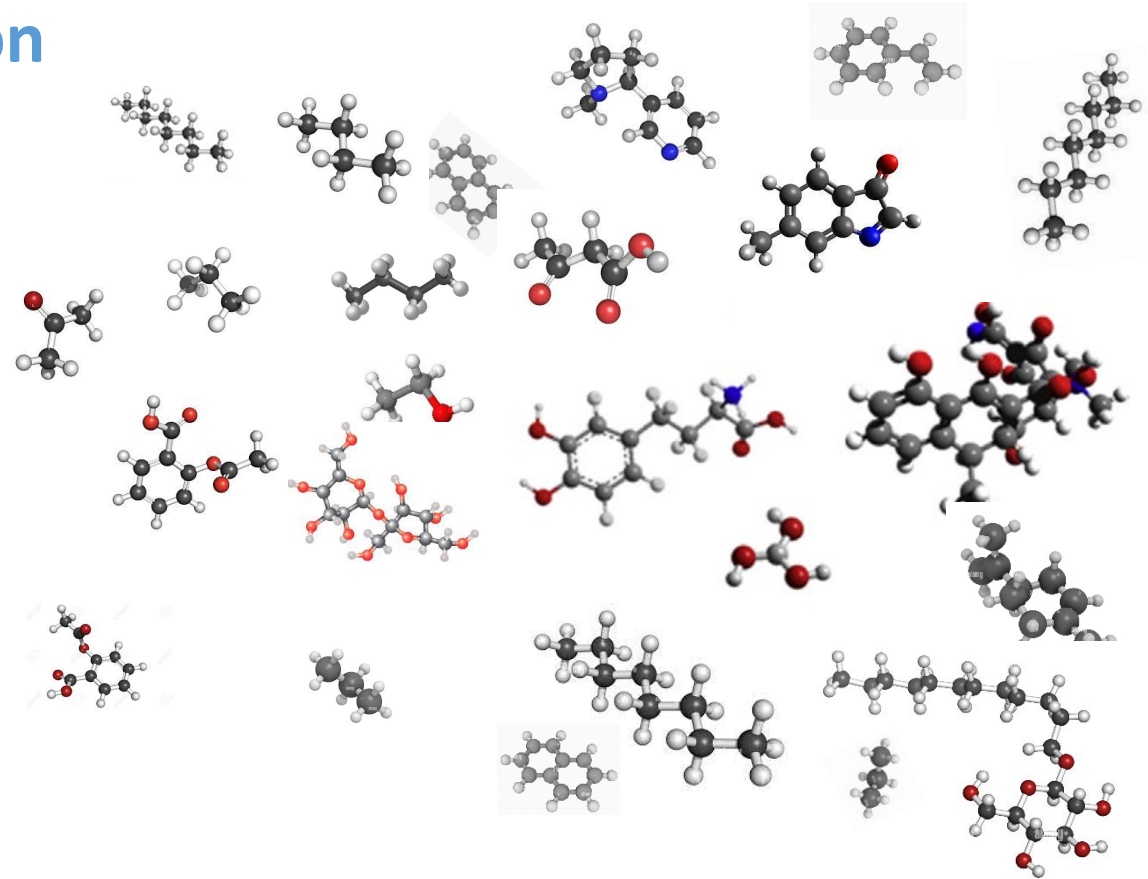
Y. Picó, D. Barceló / Trends in Analytical Chemistry 130 (2020) 115964

Principe:

Décomposition
thermique



Macromolécule
(typiquement 100 000 g/mol)



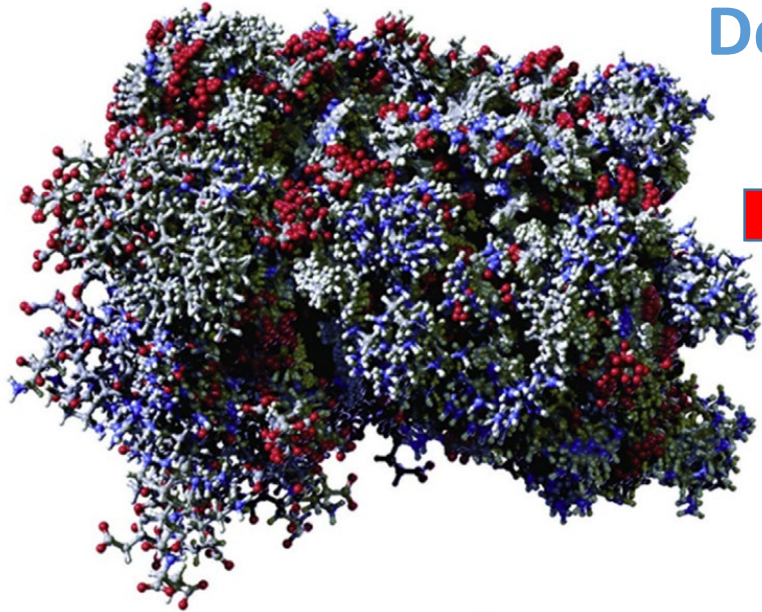
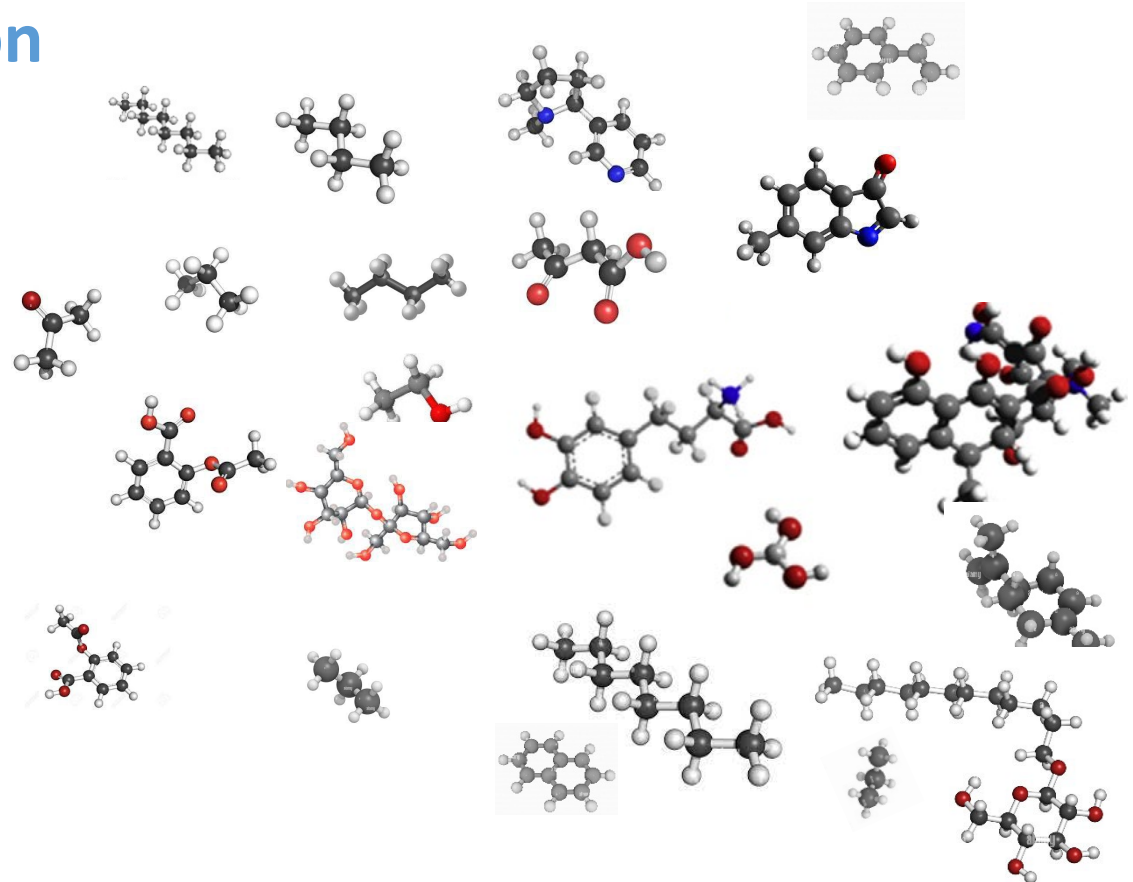
Molécules

Pyrolyse-GC-MS

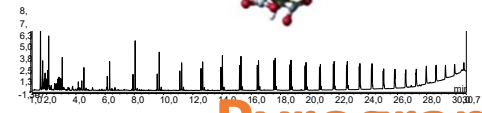
Y. Picó, D. Barceló / Trends in Analytical Chemistry 130 (2020) 115964

Principe:

Décomposition
thermique



Pyrogramme du polyéthylène

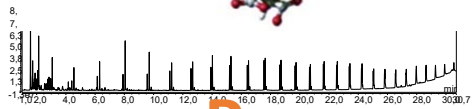
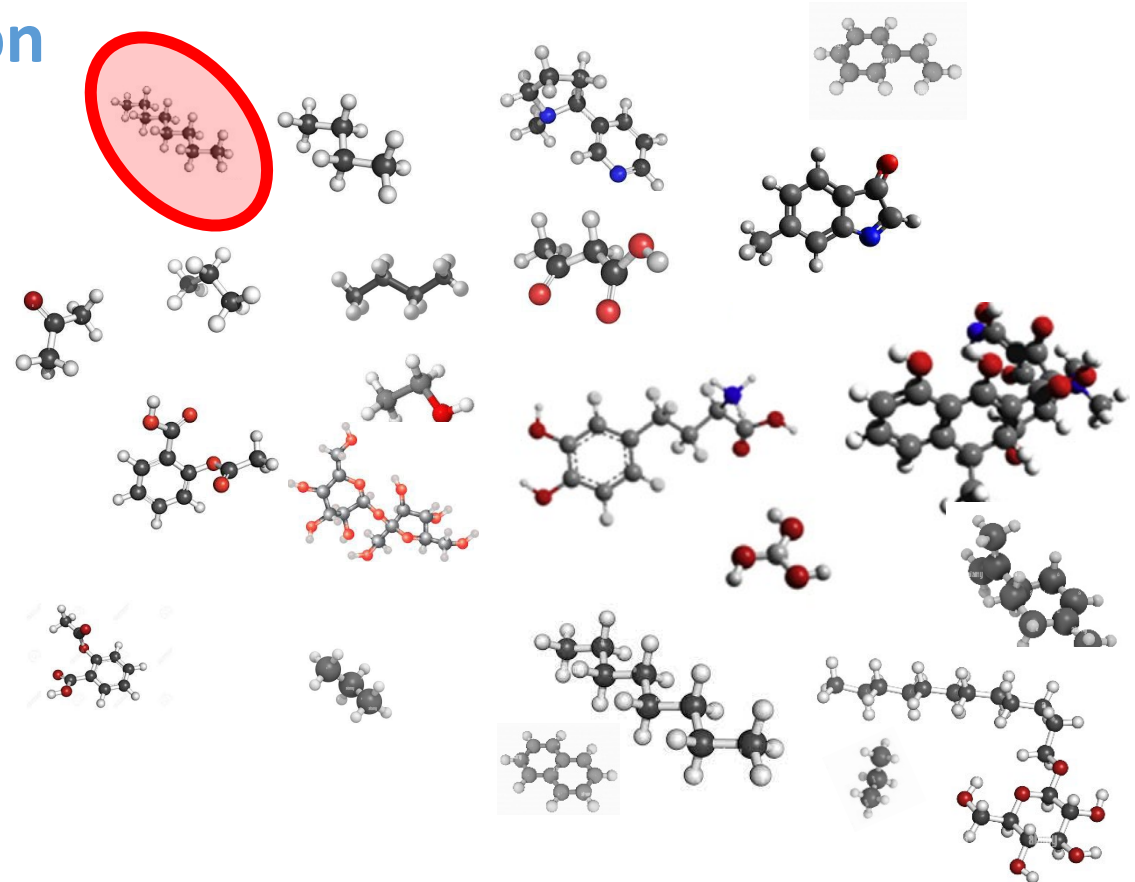


Pyrolyse-GC-MS

Y. Picó, D. Barceló / Trends in Analytical Chemistry 130 (2020) 115964

Principe:

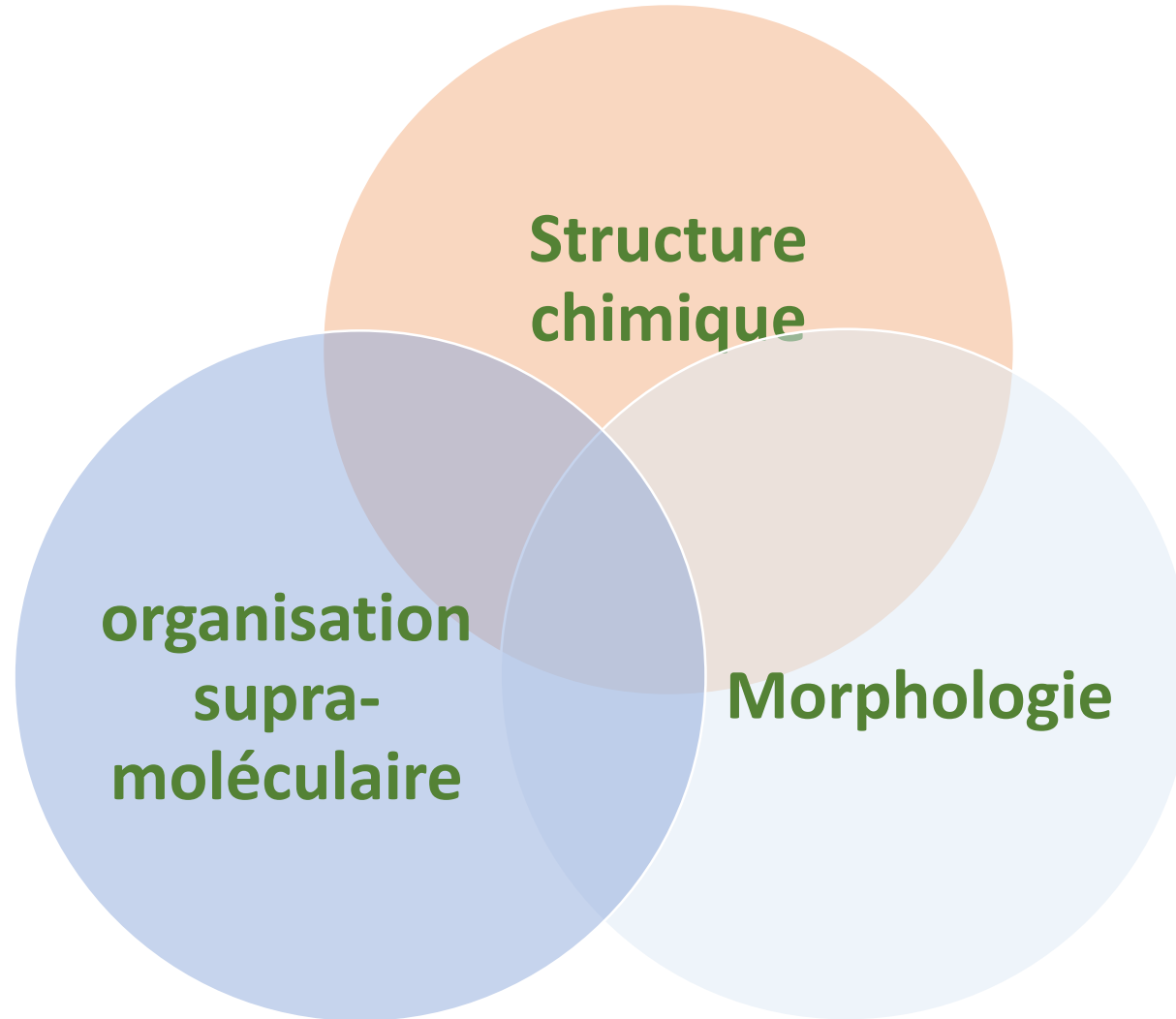
Décomposition
thermique



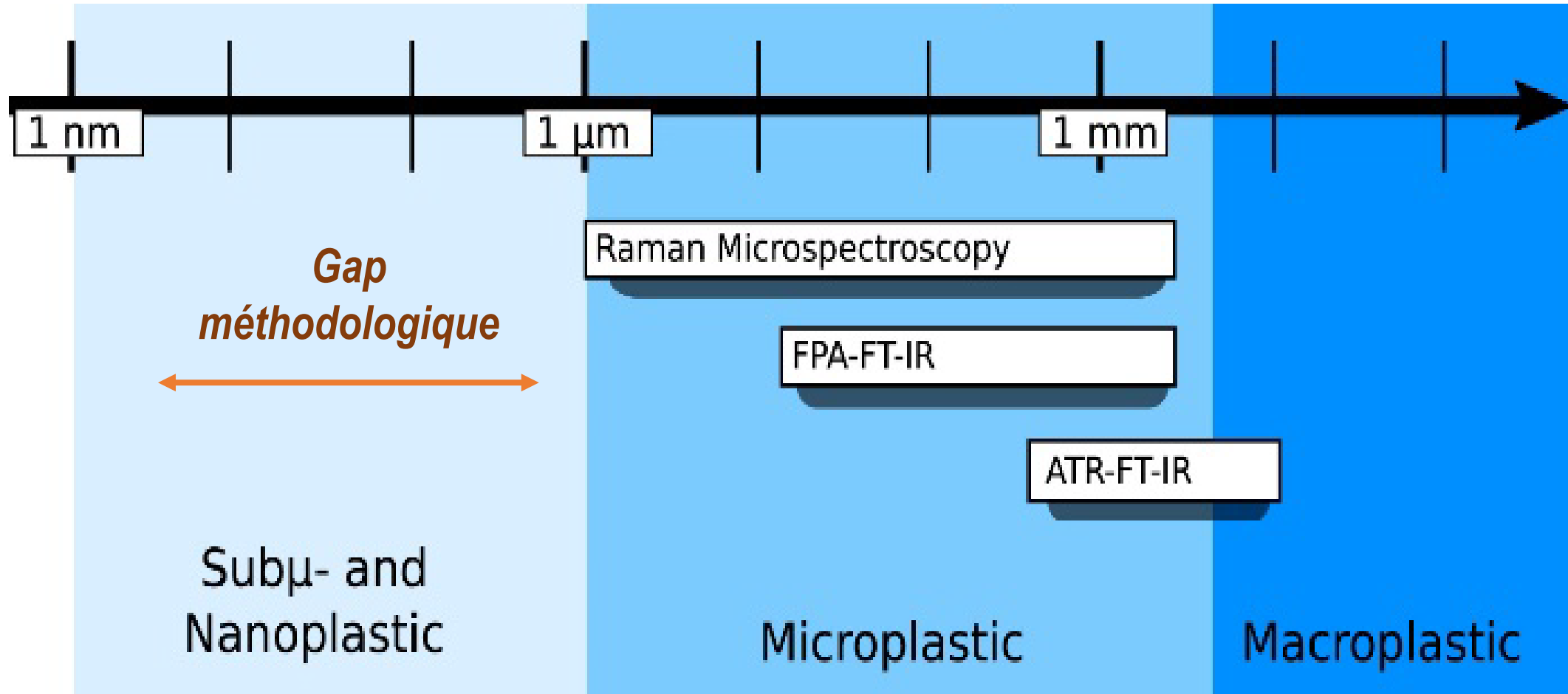
Pyrogramme du polyéthylène



Nanoplastiques \neq macromolécule d'origine



Détection/ dosage: Pourquoi c'est si compliqué ?

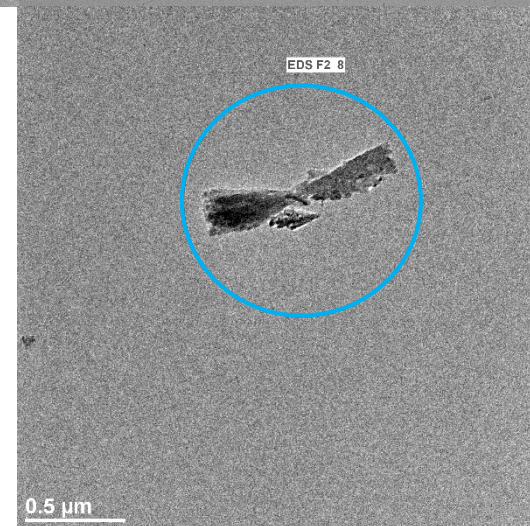
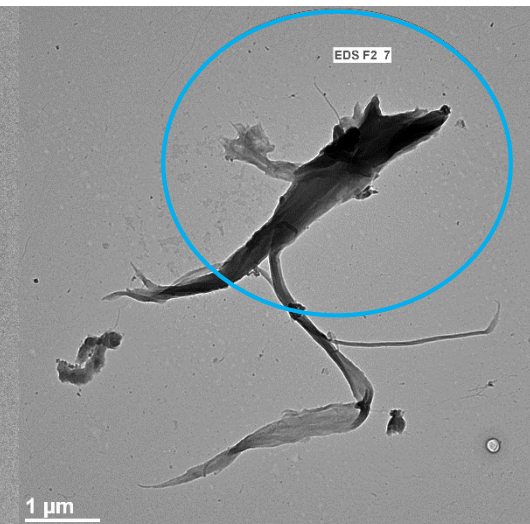
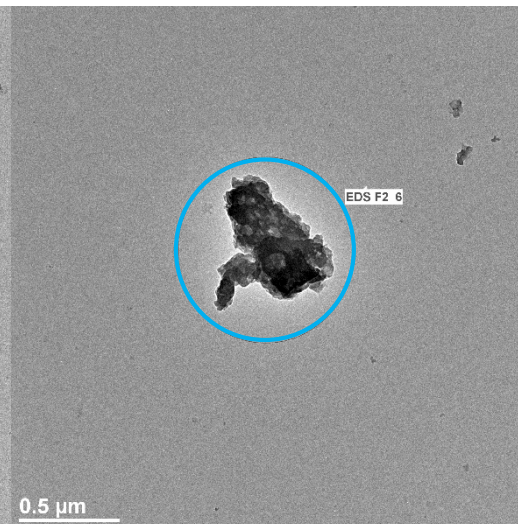
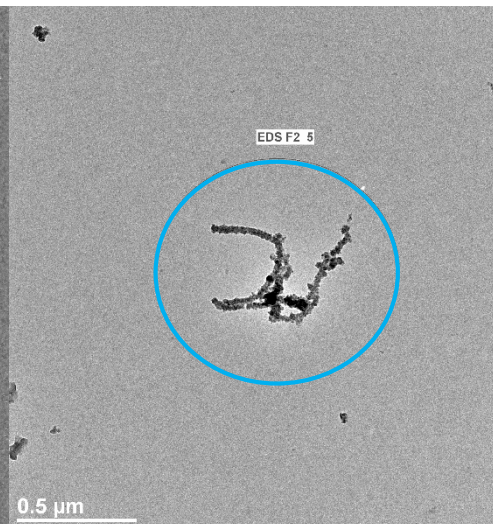
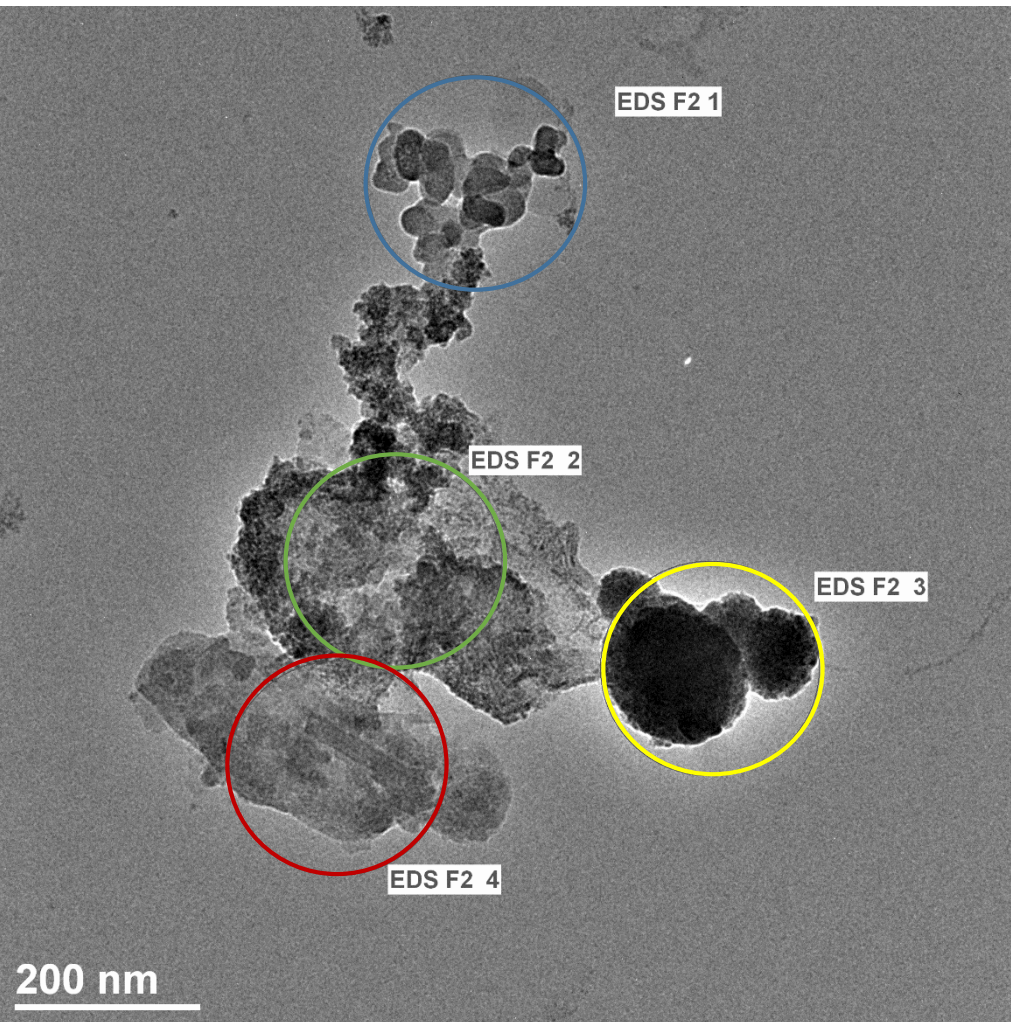


Methods for the analysis of submicrometer- and nanoplastic particles in the environment

Christian Schwaferts, Reinhard Niessner, Martin Elsner, Natalia P. Ivleva*

TRACS 2019

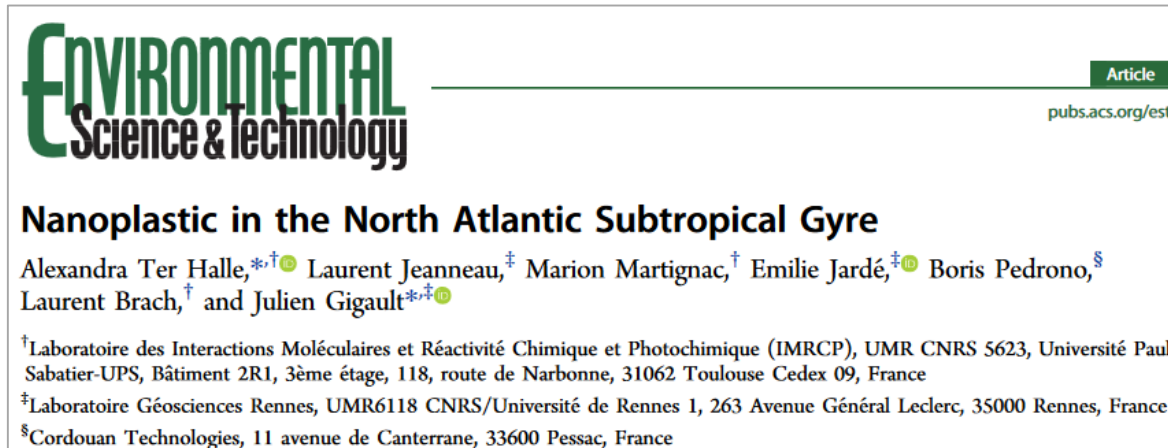
TEM-EDX



[wt.%]	oxygène	carbone	O/C	Autres
F2-1	2,8	93,46	0,03	Si(1,2%)
F2-2	12,3	60,98	0,2	Fe(13%), N(4,6%), Si(4,4%), Ca(2%), Al(1%)
F2-3	20,23	31,47	0,64	Fe(33%) , N(7%), Ca(3,5%), Si(2%), P(1,5%)
F2-4	18,32	51,01	0,36	Si(12,5%), N(7%), Al(6%), Fe(3%), Mg(1,6%)
F2-5	5,85	83,9	0,07	Fe(4,9%), N(2,4%)
F2-6	5,52	88,16	0,06	Ca(2,4%), N(2,4%)
F2-7	4,03	93,08	0,04	-
F2-8	10,84	72,17	0,15	Ca(12%), N(4%)

Analyse des nanoplastiques

Première mise en évidence :



The image shows the top portion of a journal article cover. On the left is the 'ENVIRONMENTAL Science & Technology' logo. On the right, there is a green 'Article' label and the URL 'pubs.acs.org/est'. The title 'Nanoplastic in the North Atlantic Subtropical Gyre' is centered. Below the title are the authors' names: Alexandra Ter Halle, Laurent Jeanneau, Marion Martignac, Emilie Jardé, Boris Pedrono, Laurent Brach, and Julien Gigault, each with a superscripted symbol (*, †, ‡, §) and a small circular icon. At the bottom, three footnotes provide the affiliations for the symbols: † for IMRCP at Paul Sabatier-UPS, ‡ for Géosciences Rennes, and § for Cordouan Technologies.

ENVIRONMENTAL
Science & Technology

Article
pubs.acs.org/est

Nanoplastic in the North Atlantic Subtropical Gyre

Alexandra Ter Halle,^{*†} Laurent Jeanneau,[‡] Marion Martignac,[†] Emilie Jardé,[‡] Boris Pedrono,[§]
Laurent Brach,[†] and Julien Gigault^{*†}

[†]Laboratoire des Interactions Moléculaires et Réactivité Chimique et Photochimique (IMRCP), UMR CNRS 5623, Université Paul Sabatier-UPS, Bâtiment 2R1, 3ème étage, 118, route de Narbonne, 31062 Toulouse Cedex 09, France

[‡]Laboratoire Géosciences Rennes, UMR6118 CNRS/Université de Rennes 1, 263 Avenue Général Leclerc, 35000 Rennes, France

[§]Cordouan Technologies, 11 avenue de Canterrane, 33600 Pessac, France

Comment les extraire, les isoler ?

Si dosage extraction quantitative

Analyse des nanoplastiques : technique sélective

ENVIRONMENTAL
Science & Technology

Article
pubs.acs.org/est

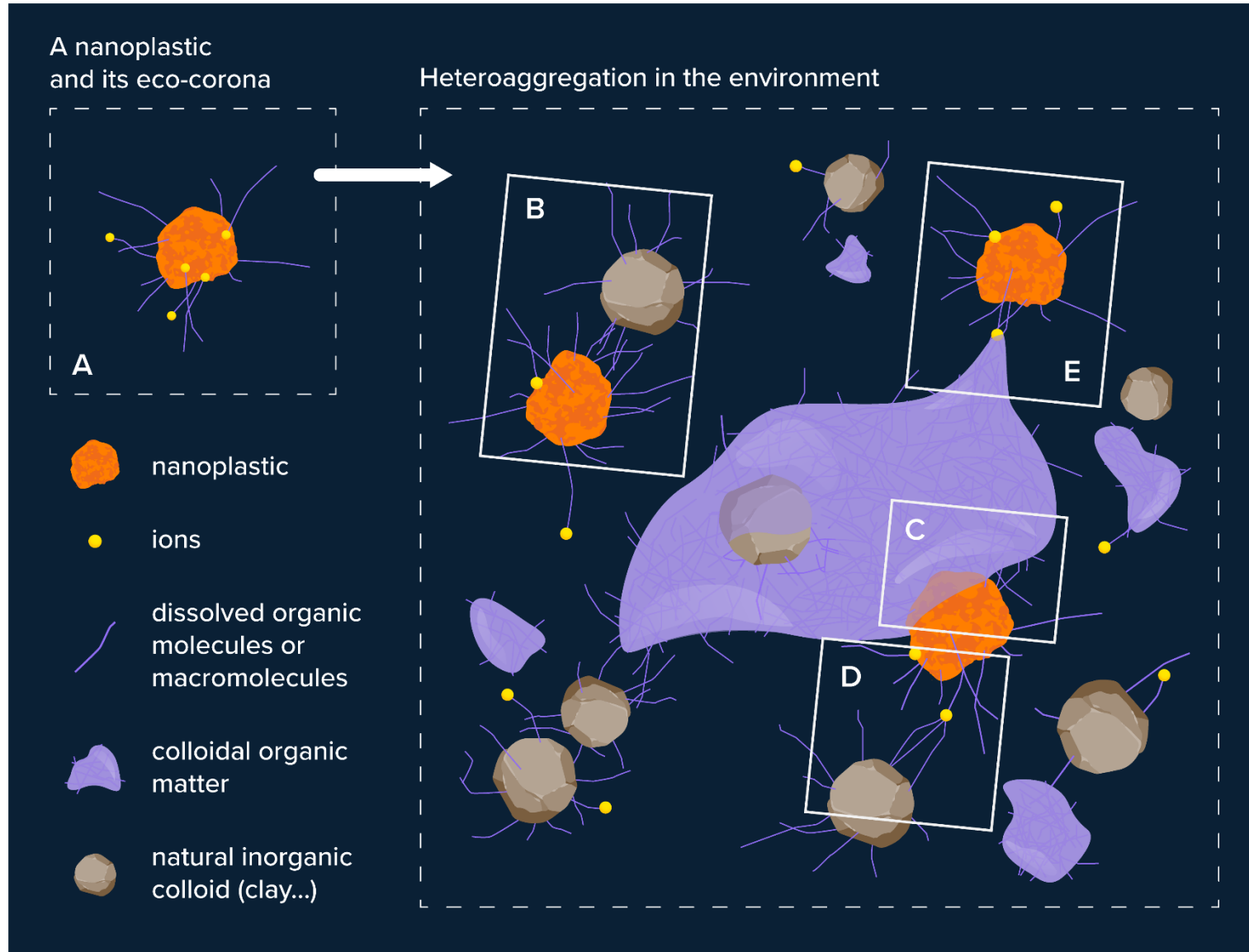
Nanoplastic in the North Atlantic Subtropical Gyre

Alexandra Ter Halle,^{*,†} Laurent Jeanneau,[‡] Marion Martignac,[†] Emilie Jardé,[‡] Boris Pedrono,[§] Laurent Brach,[†] and Julien Gigault^{*,†}

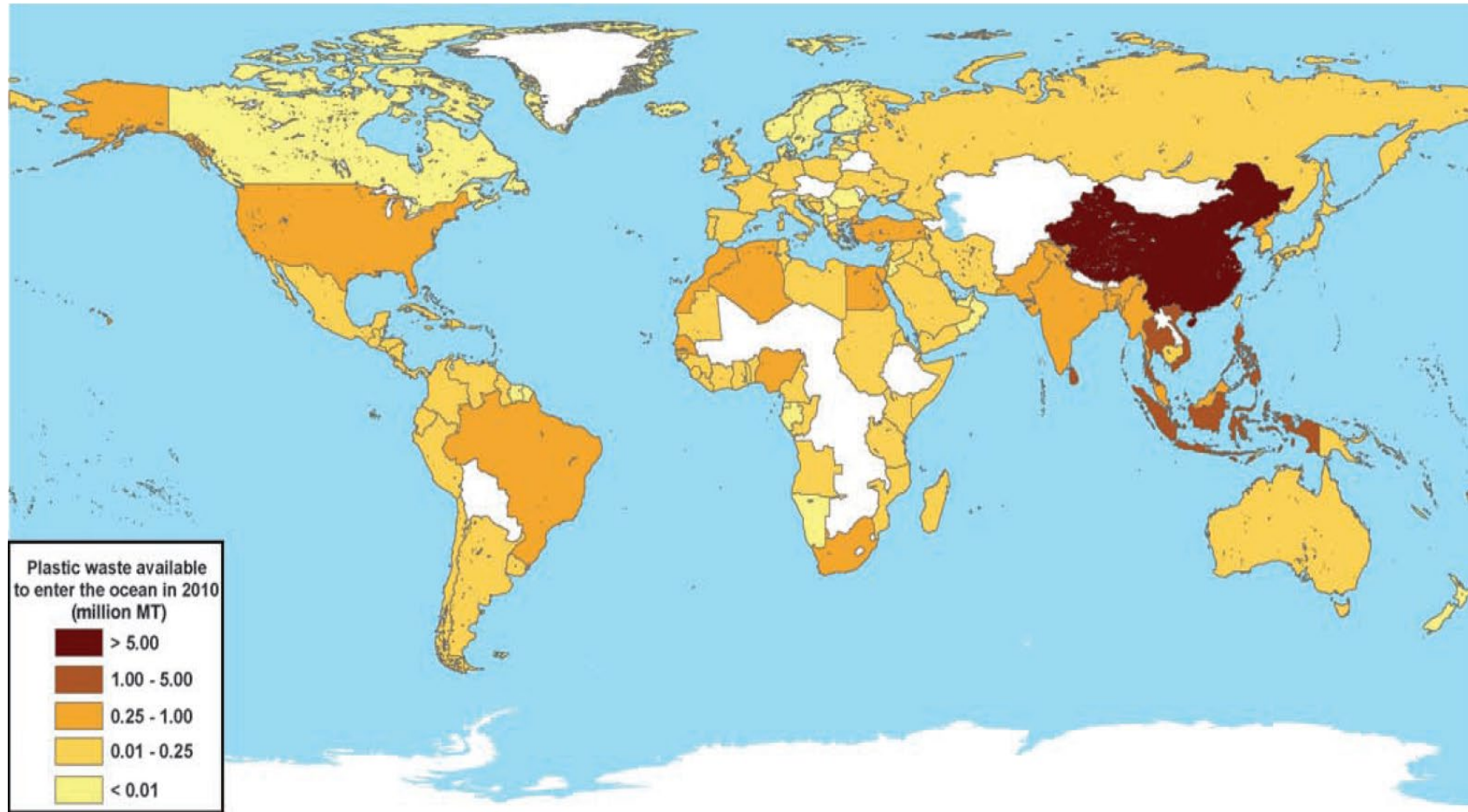
[†]Laboratoire des Interactions Moléculaires et Réactivité Chimique et Photochimique (IMRCP), UMR CNRS 5623, Université Paul Sabatier-UPS, Bâtiment 2R1, 3ème étage, 118, route de Narbonne, 31062 Toulouse Cedex 09, France
[‡]Laboratoire Géosciences Rennes, UMR6118 CNRS/Université de Rennes 1, 263 Avenue Général Leclerc, 35000 Rennes, France
[§]Cordouan Technologies, 11 avenue de Canterrane, 33600 Pessac, France

Détection sélective : spectrométrie de masse

Hétéroagrégation



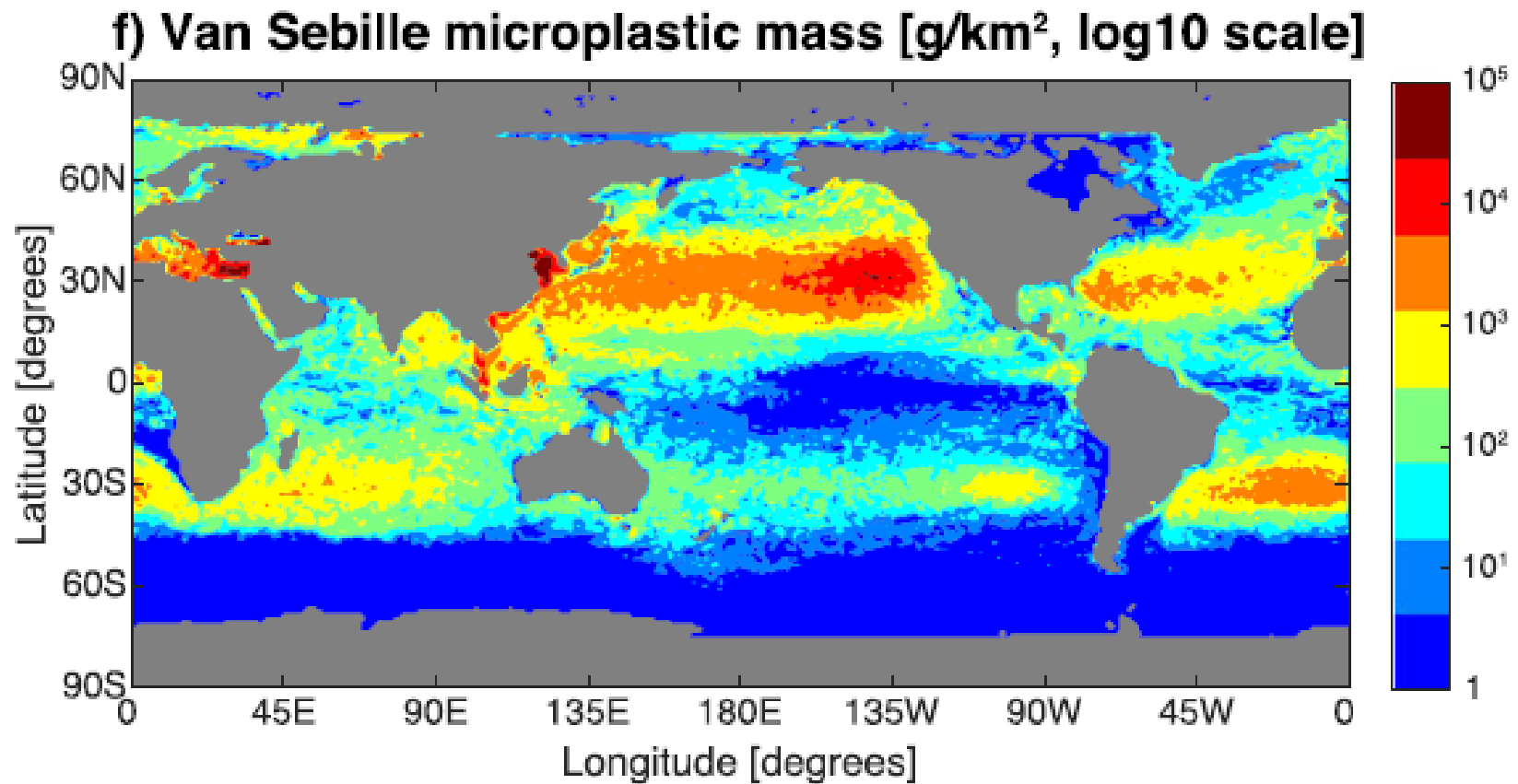
Ou est tout le plastique ?



**Jambeck et al.
Science, 2015**

REJETS EN MER : 5 à 13 millions de tonnes en 2015

Ou est tout le plastique ?



Van Sebille
Environ. Res. Lett.
2015

MODELISATION : 236 000 tonnes microplastiques à la surface des océans

