

Ecole Doctorale

Sciences de la Mer et du Littoral

IFREMER Laboratoire des Structures en mer

AVIS DE SOUTENANCE DE THESE

Le mercredi 2 décembre 2020 à 9h

à l'Institut Universitaire Européen de la Mer, amphithéâtre "A", Technopôle Brest-Iroise, Plouzané.

Monsieur DESHOULLES QUENTIN

soutiendra une thèse de doctorat sur le sujet suivant :

" Influence du vieillissement des polymères sur la formation et le comportement des microplastiques en milieu marin ".

Le jury sera ainsi composé :

- **M. BILLARD JEAN-YVES, Professeur des universités**
Ecole Navale & Ecoles du Poulmic - BREST
- **M. FAYOLLE BRUNO, Professeur**
Arts et Métiers ParisTech - PARIS 13EME
- **M. GARDETTE JEAN-LUC, Professeur des universités**
Université de Clermont-Ferrand - AUBIERE
- **MME PAUL-PONT IKA, Chargée de Recherche**
Univ. de Bretagne Occidentale - PLOUZANE
- **M. PRIOUR DANIEL, Ingénieur**
IFREMER - Centre Bretagne - PLOUZANE
- **M. SOTTA PAUL, Directeur de Recherche**
INSA LYON - VILLEURBANNE

A BREST, le 19 novembre 2020

Le Président de l'Université de
Bretagne Occidentale,



A handwritten signature in black ink, appearing to read 'J. Gallo', is written over a horizontal line.

M. GALLOU

Titre : Influence du vieillissement des polymères sur la formation et le comportement des microplastiques en milieu marin

Mots clés : microplastique, polymère, vieillissement, fragilisation, biofilm

Résumé : La problématique des microplastiques (MP) est devenue une préoccupation mondiale ces dernières années. Ces particules (< 5 mm) sont présentes dans tous les compartiments de l'écosystème marin. Le polyamide 6 (PA6) est un polymère largement utilisé dans le domaine maritime mais peu retrouvé dans l'environnement. Son comportement en milieu marin a donc été caractérisé selon une nouvelle approche par découplage des phénomènes physico-chimiques impliqués dans sa dégradation (vieillissement chimique et contrainte hydrodynamique). Le vieillissement chimique a été étudié en considérant les réactions d'oxydation et d'hydrolyse. L'évolution des propriétés physico-chimiques a été caractérisée, notamment par détermination des coupures de chaîne et de l'interaction avec l'eau. Ces données ont permis d'établir un modèle permettant de décrire les scissions de chaîne à la température du milieu marin, en considérant l'évolution de la concentration en eau

dans le PA6. L'évolution des propriétés mécaniques, en traction, a montré une fragilisation du polymère. Ce phénomène traduit une diminution de la quantité de transmetteurs de contrainte (molécules liens et enchevêtrements). Au cours de la fragilisation, le PA6, initialement ductile, devient fragile. Cette transition a été désignée comme le critère à partir duquel la formation de MP est envisageable. Le modèle cinétique a été utilisé afin de prédire le changement de comportement du PA6 dans le milieu marin. La sollicitation hydrodynamique a été étudiée, selon un dispositif expérimental unique, et a conduit à la fragmentation d'un polymère dans son état fragile. En parallèle, l'interaction du polymère avec les organismes procaryotes du milieu marin, dans son état neuf et vieilli, a été analysée par metabarcoding. Une large spécificité de taxa bactériens a été observée en fonction de la nature et de l'état du polymère. La diversité des communautés est dépendante de la polarité de surface.

Title : Effects of polymer ageing on formation and fate of microplastics in sea water

Keywords : microplastic, polymer, ageing, embrittlement, biofilm

Abstract : The problem of microplastics (MP) has become a global major concern in recent years. These particles (< 5 mm) are found in all oceans and ecosystem compartments. Polyamide 6 (PA6) is a polymer widely used in the maritime domain however it is found in sparse quantity in the environment. The fate of PA6 in the ocean was studied by a new approach in order to separate the different physico-chemical phenomena involved in degradation (chemical ageing and hydrodynamic stress). Chemical ageing was carried out, considering oxidative and hydrolysis reactions. Changes in physico-chemical properties were characterized, in particular to follow the chain scission process and the interaction between water and PA6 during degradation. These data were used to design a new kinetic model with the aim of predicting chain scission processes, considering the water content, at ocean temperature. Changes in tensile properties have

highlighted an embrittlement of the polymer. This phenomenon reflects a decrease in stress transmitters (tie molecules and entanglements). During embrittlement, the PA6 behavior, ductile initially, becomes brittle. This ductile/brittle transition was assumed to be the criterion to formation of microplastics. The kinetic model was then used to define the time required to form PA6 microplastics in the ocean. The influence of hydrodynamic stress was considered through a single experimental device and has led to polymer fragmentation in the brittle state. Interaction between polymers (unaged and aged) and prokaryotic organisms of the marine environment was also considered by a DNA metabarcoding approach. A high specificity of bacteria was observed depending on the kind of polymer and ageing conditions. The diversity of bacterial communities depends on the polarity of surfaces.