



**HAL**  
open science

## Projet 3DPARE : Impression 3D de récifs artificiels pour l'espace Atlantique

Valentin Georges, Mariane Audo, Nassim Sebaibi, Mohamed Boutouil

### ► To cite this version:

Valentin Georges, Mariane Audo, Nassim Sebaibi, Mohamed Boutouil. Projet 3DPARE : Impression 3D de récifs artificiels pour l'espace Atlantique. DiXite3dPrint : Fabrication Additive pour la Construction. Quelle Actualité Nationale?, École des Ponts ParisTech, Jan 2019, Champs-sur-Marne, France. hal-02119211

**HAL Id: hal-02119211**

**<https://enpc.hal.science/hal-02119211>**

Submitted on 3 May 2019

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

## Projet 3DPARE : Impression 3D de récifs artificiels pour l'espace Atlantique

### *3DPARE project: Artificial reefs 3D printing for Atlantic area*

Valentin Georges<sup>1</sup>, Mariane Audo<sup>2</sup>, Nassim Sebaibi<sup>1</sup>, Mohamed Boutouil<sup>1</sup>

1 : COMUE Normandie Université – Laboratoire ESITC  
ESITC Caen  
1, Rue Pierre et Marie Curie, 14610 EPRON  
e-mail : [nassim.sebaibi@esitc-caen.fr](mailto:nassim.sebaibi@esitc-caen.fr)

2 : COMUE Normandie Université – Laboratoire ESITC  
ESITC Paris  
79, Avenue Aristide Briand, 94110 ARCUEIL  
e-mail : [audo@esitc-paris.fr](mailto:audo@esitc-paris.fr)

Le projet 3DPARE (3D Printing Artificial REef) a pour objectif de développer des récifs artificiels innovants pour la gestion durable des écosystèmes marins sur les côtes Atlantique. Un récif artificiel est défini comme étant « une structure immergée volontairement, placée sur des fonds marins pour imiter et reproduire les fonctions d'un récif naturel telles que la protection, la régénération, la concentration ou l'augmentation des populations d'organismes marins » [1]. Ces récifs sont mis en place pour réparer, protéger et/ou restaurer des écosystèmes qui se voient détériorés depuis plusieurs décennies par l'accroissement global de la température, la hausse du CO<sub>2</sub> atmosphérique ou encore l'acidification des océans [2]. Cependant, les technologies utilisées pour la création de récifs artificiels n'ont pas été optimisées pour le cadre européen.

Le succès du déploiement d'un récif artificiel dépend de trois paramètres principaux : son emplacement, sa conception, les matériaux utilisés. Ces derniers se doivent de respecter un certain nombre de critères [3] :

- Compatibilité : les matériaux ne doivent avoir aucun effet négatif sur l'environnement marin ;
- Durabilité : les récifs artificiels doivent résister aux attaques chimiques et physiques liées à l'environnement marin ;
- Stabilité : les récifs artificiels doivent garder leur configuration et leur localisation initiale, en particulier lors d'évènements météorologiques particulièrement intenses.

Une technologie récente, l'impression 3D de béton, apporte de nouveaux horizons à la construction des récifs artificiels, avec la possibilité de réaliser des formes complexes comportant des vides à toutes les échelles, ce qui améliore l'affinité avec les organismes marins. Un des objectifs du projet 3DPARE est donc de produire des récifs artificiels optimisés et écologiques, grâce à la technologie de l'impression 3D par extrusion et le développement de matériaux bio-réceptifs à faible impact environnemental (valorisation de co-produits industriels tels que des sables de bétons recyclés, des sables coquillés, *etc.*), permettant de stimuler la colonisation par les organismes marins.

Différentes formulations à partir de ciment Portland et géopolymères, compatibles avec la technologie d'extrusion (critères de pompabilité, extrudabilité et constructibilité), seront ainsi développées en laboratoire.

---

Des éprouvettes 4 x 4 x 16 cm seront ensuite immergées en milieu naturel dans chacun des pays partenaires du projet (Espagne, France, Portugal, Royaume-Uni). Les analyses de cycle de vie, ainsi que les résultats de durabilité et de bio-réceptivité de ces matériaux à différentes échéances permettront de sélectionner les formulations les plus performantes, d'un point de vue technique et environnemental.

Ces formulations seront par la suite utilisées pour imprimer neufs récifs artificiels d'environ un mètre-cube, de géométries variables (se rapprochant au maximum de celles de récifs naturels), qui seront également immergés dans chacun des pays partenaires du projet. Des plongées seront effectuées quatre fois par an afin d'évaluer l'attrait des populations marines pour ces structures, en comparaison à des récifs artificiels « classiques ».

### **Remerciements**

Les résultats présentés dans cet article proviennent d'un projet collaboratif, 3DPARE, sélectionné dans le cadre du programme européen de coopération transfrontalière INTERREG ATLANTIC AREA, et cofinancé par le FEDER.

Les auteurs souhaitent remercier les cofinanceurs et tous les partenaires du projet pour leur soutien.

### **Références**

- [1] United Nations Environment Programme London Convention and Protocol / UNEP, « Guidelines for the placement of artificial reefs». London, UK, 100 p., 2009.
  - [2] O. Hoegh-Guldberg, P. J. Mumby, A. J. Hooten, R. S. Steneck, P. Greenfield, E. Gomez, C. D. Harvell, P. F. Sale, A. J. Edwards, K. Caldeira, N. Knowlton, C. M. Eakin, R. Iglesias-Prieto, N. Muthiga, R. H. Bradbury, A. Dubi, M. E. Hatzilios, « Coral reefs under rapid climate change and ocean acidification ». *Science*, Vol. 318, pp. 1737-1742, 2007.
  - [3] R. R. Lukens, C. Selberg, « Guidelines for marine artificial reef materials. 2<sup>nd</sup> edition ». Artificial reef subcommittees of the Atlantic and Gulf states marine fisheries commissions, 205 p., 2004.
-