Interreg France (Channel Manche) England

EUROPEAN UNION

Fonds Européen de Développement Régional

MARINEFF
infrastructures maritimes biomimétiques

Édition 2
novembre 2019

MARINEFF
MARine INFrastructure EFFects

© Alexis Morin

Comment s'impliquer

Si vous souhaitez vous tenir au courant de tous les projets en cours, vous pouvez vous abonner à des mailings, nous suivre sur Facebook ou Twitter ou visiter la section actualités du site Web. Si vous souhaitez assister à un atelier, veuillez contacter Jess Bone, Université de Bournemouth.

Responsable de la restauration des huîtres du projet Marineff à l'Université de Southampton

Dr Ken Collins: *kjc@noc.soton.ac.uk*

Assistant de recherche pour le projet Marineff à l'Université de Bournemouth

Jess Bone: *jbone@bournemouth.ac.uk*

Administrateur principal du projet Marineff à l'ESITC de Caen

Matthieu Dufeu: *matthieu.dufeu@esitc-caen.fr*

Responsable scientifique du projet Marineff à l'ESITC de Caen

Nassim Sebaibi: *nassim.sebaibi@esitc-caen.fr*

Responsable de projet Marineff à l'ESITC de Caen

Mohamed Boutouil: *Mohamed.boutouil@esitc-caen.fr*

Inscription aux mailings

Pour vous inscrire aux prochains mailings de Marineff, y compris ce bulletin trimestriel, cliquez ici.

Veuillez noter qu'en envoyant un courrier électronique à cette adresse, vous serez automatiquement inscrit à la liste de diffusion Marineff et inclus dans les futures communications par newsletter. Vous trouverez des informations sur le traitement de vos données à l'adresse suivante:

www.ciria.org/marineff

Pour vous désabonner des mailings, cliquez ici et entrez votre email. Si vous êtes abonné, cela vous retirera de la base de données.

Plus d'informations

Pour en savoir plus sur le projet Marineff, allez à:

http://marineff-project.eu/

Dans cette édition

Module prismatique – un examen plus approfondi des modules de restauration d'huîtres natifs.

Rockpool – un regard plus attentif sur les réserves d'eau artificielles de Marineff

Enrochement artificiel – un focus sur les blocs d'enrochements bio-réceptifs

Mouillage – une synthèse sur les modules d'amarrage subtidaux de bateaux

ESITC Caen: en bref – un bref profil du coordinateur du projet

En un mot

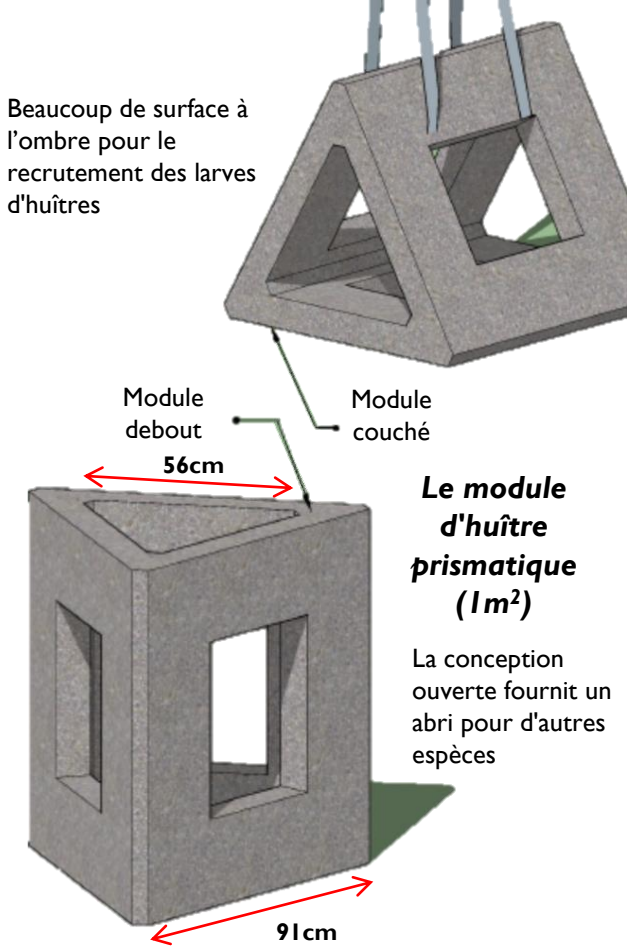
Bienvenue dans la deuxième édition du bulletin d'information dédié au projet Marineff. Notre première lettre d'information, publiée en août, donnait un compte rendu complet des objectifs et de l'avancement du projet Marineff. Ce bulletin d'information approfondira les détails concernent les quatre unités d'éco-ingénierie du projet ; les modules prismatiques pour la restauration des huîtres, les rockpools, les blocs d'enrochements artificiels et les mouillages pour bateaux. Les lecteurs découvriront la logique qui sous-tend leur conception, la formule béton retenue pour leur fabrication et le lieu où ils seront déployés.

Le coordinateur du projet, l'ESITC Caen, offre également aux lecteurs la possibilité d'en savoir plus sur leur structure, leur implication dans le projet et leur expertise concernant les matériaux de construction et infrastructures maritimes.

Module prismatique

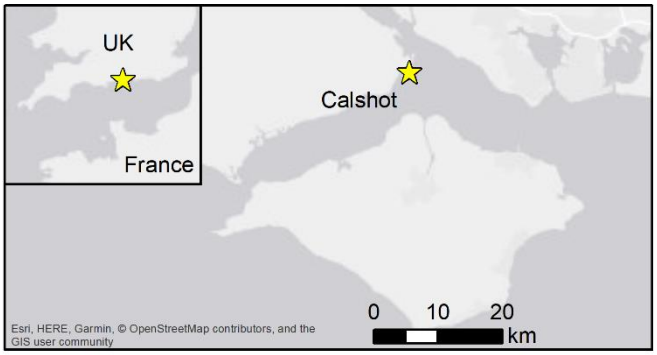
Le module prismatique est la seule Infrastructure Maritime (IM) biomimétique du MT T1. Cette IM vise à la création d'habitats spécifiques pour l'huître indigène Ostrea edulis. Sur les 30 modules fabriqués par le partenaire français TPC, 26 seront déployés dans les eaux subtidales de Calshot, Southampton (Royaume-Uni) et 4 dans divers endroits au large des côtes de la Normandie (France). Ils seront fabriqués par TPC à l'aide de coffrages en bois sur mesure.

Des études ont montrées que les performances physiologiques des huîtres sont améliorées lorsqu'elles sont élevées sur le fond marin. De plus, le recrutement des larves d'huîtres est favorisé sur la face inférieure des surfaces où le recrutement d'algues et le dépôt de limons est moins fort. La conception en prisme est stable, surélevée et offre une grande surface intérieure avec l'avantage d'être déployée sans orientation particulière. Le centre ouvert favorisera la formation d'un habitat ressemblant à un récif pour l'utilisation par d'autres espèces.



Le module d'huître prismatique (1m²)

La conception ouverte fournit un abri pour d'autres espèces



Échantillons de béton et coquilles d'huîtres (témoin) utilisés pour tester la colonisation biologique

Après 3 mois en mer, les échantillons de béton offrent leurs résultats!

Formules testées:

- CEMII et 0% d'agrégats de coquilles
- CEMII et 20% d'agrégats de coquilles
- CEMV et 0% d'agrégats de coquilles
- CEMV et 20% d'agrégats de coquilles

Par rapport au béton de référence durci pendant 90 jours, les échantillons immergés ont globalement mieux résisté dans les tests de résistance à la compression, ce qui était un résultat inattendu. Le CEMII a obtenu de meilleurs résultats que le CEMV dans les tests de porosité et de diffusion des ions chlorures et sera utilisé pour la production de ces modules. Des agrégats de coquilles seront ajoutés pour favoriser la formation de biofilms et la colonisation de l'huître indigène.

Les échantillons immergés pour tester la capacité de colonisation des espèces ont montré qu'une augmentation de la rugosité de surface augmentait la colonisation de biofilms, d'algues et de balanes.

Rockpool – Une réserve d'eau artificielle

Le rockpool ou réserve d'eau artificielle a connu un développement depuis notre premier bulletin publié en août 2019. Conçu par le sous-traitant du projet Artecology et optimisé par le partenaire de l'Université de Bournemouth, le rockpool de Marineff contribuera à prévenir les températures et salinité extrêmes dans le rockpool et à fournir davantage d'habitats.

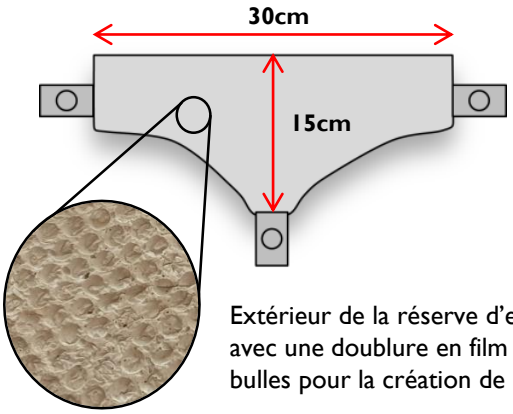
Artecology fabriquera 150 rockpools pour Marineff durant l'hiver (2019), prêts à être déployées en mars 2020. Le béton sera coulé dans des moules sur mesure avec une doublure en forme de film à bulles et fini à la main. Le film à bulles fournira une texture externe constituée de petites poches concaves qui serviront de surface de fixation pour les espèces sessiles et un abri pour les brouteurs. Le bord lisse et l'intérieur de la réserve d'eau faciliteront la surveillance. 150 rockpools seront déployés sur 3 sites ; Poole Harbour, île de Wight (Royaume-Uni) et Ouistreham (France).

Des études de pré-caractérisation ont commencé. La digue de Poole Harbour héberge notamment 27 espèces protégées. Afin de parvenir à l'augmentation de biodiversité recherchée par le projet Marineff, 4 espèces supplémentaires devront être recensées une fois les rockspools installés.

Des formules béton sont sur le point de subir des tests de caractérisation dans le laboratoire de l'ESITC Caen. Vicat Prompt, un ciment naturel à base de chaux à faible teneur en carbone, devrait être le choix final.

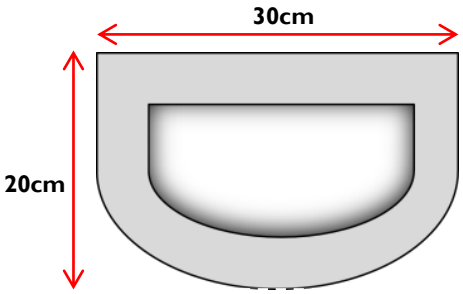
La conception d'un rockpool

Vue de face (y compris le support)

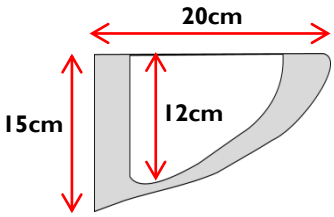


Extérieur de la réserve d'eau finie avec une doublure en film à bulles pour la création de poches

Vue de dessus

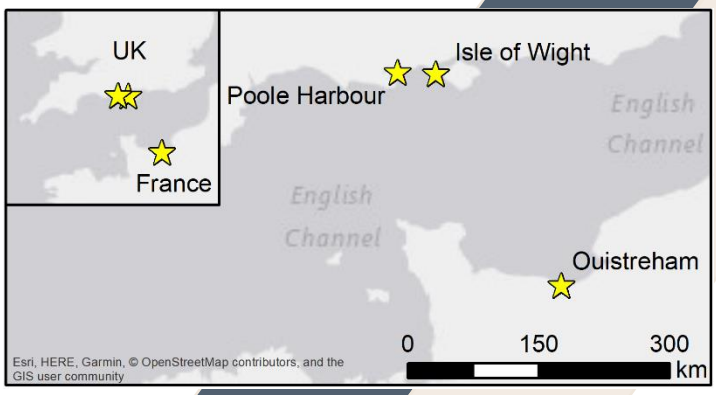


Vue de côté



Intérieur de la réserve d'eau lisse et ouverte pour faciliter le relevé écologique

Dr Roger Herbert mène l'étude de pré-caractérisation à Poole Harbour.



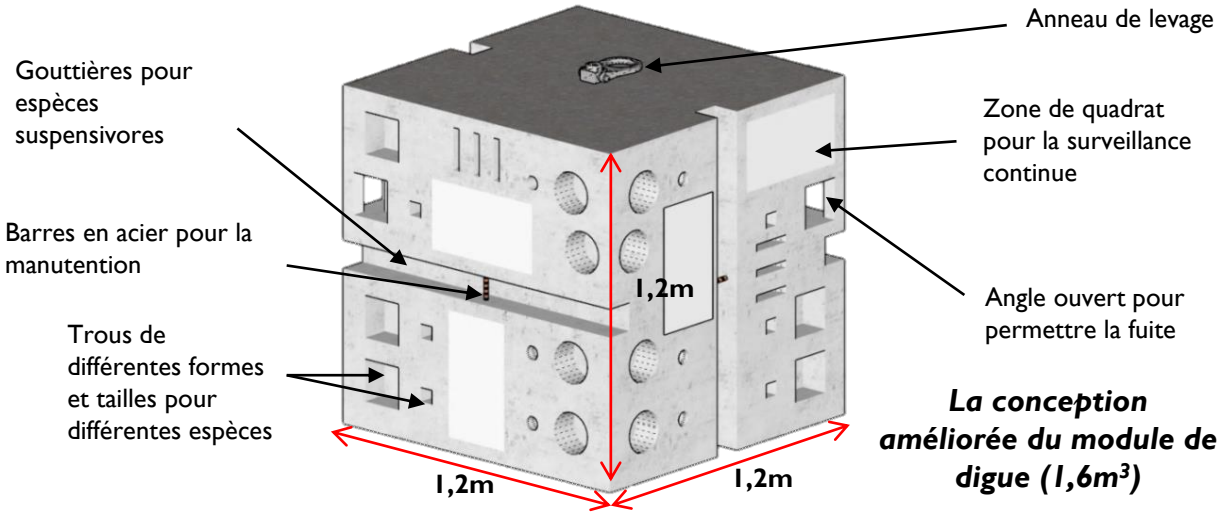
Blocs d'enrochements artificiels

Les enrochements artificiels ont un double objectif. Positionnés sur des ouvrages tels que des digues, ou des quais, ceux-ci sont dimensionnées pour résister à la houle. Le projet Marineff ajoute une valeur écologique à ces modules en modifiant leur texture de surface et leur conception afin de renforcer leur capacité de colonisation des espèces marines, inspirée à la fois de la revue de la littérature et du comportement des espèces marines locales. Leur structure cubique est destinée à permettre leur stabilité, à faciliter leur production et donc l'application au sein de l'industrie.

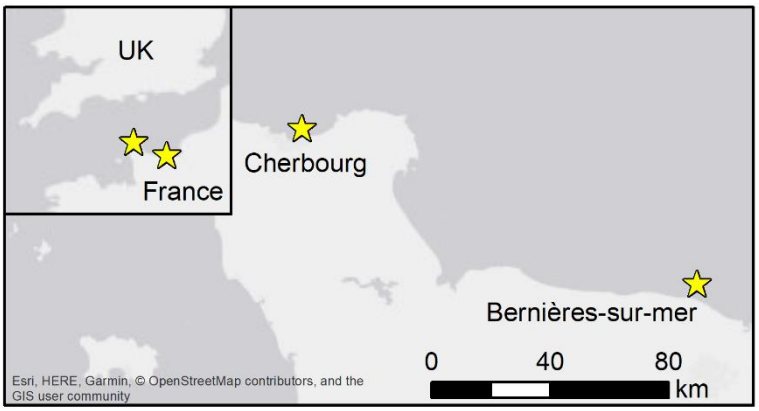
Les modules d'enrochement artificiels seront fabriqués par TPC durant l'hiver 2019-2020 à l'aide de coffrages manuportables à peau bois. À la suite des essais menés sur les quatre formules de béton, le mélange utilisé pour les modules brise-lames est le CEMII sans agrégats de coquilles. Au total, 36 modules d'enrochement artificiels seront produits ; 18 avec un design favorisant la colonisation et 18 lisses en tant que contrôles. Ils seront déployés mars 2020, dans la grande rade de Cherbourg (24 modules) et au large de Bernières-sur-mer (12 modules) en baie de Seine.

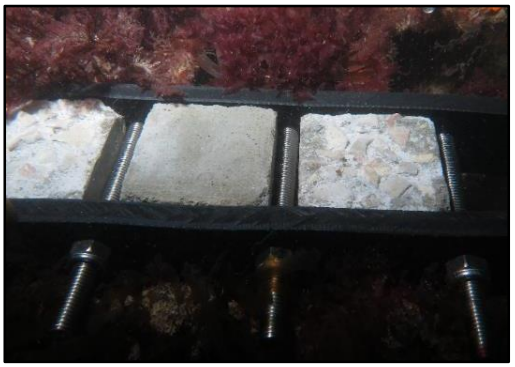
En plus des modules d'enrochement artificiels, des dallettes en béton de 5 x 5 x 3 cm ont été immergées à Cherbourg et à Bernières-sur-mer en septembre 2019. Elles ont une surface rugueuse ou lisse qui imite la texture de surface des modules d'enrochement artificiels mis en place dans Marineff.

Six dallettes seront collectées tous les quatre mois sur chaque site pour évaluer avec précision les successions biologiques des premiers stades de colonisation. Ces dallettes permettront à l'Université Caen Normandie d'étudier les organismes à l'échelle microscopique et d'évaluer productivité primaire associée.



La conception améliorée du module de digue (1,6m³)





Dallettes de béton à différentes rugosités de surface

Mouillages pour les bateaux

Le projet Marineff amène les mouillages de bateau à un nouveau niveau multifonctionnel et écologique avec des modules d'amarrage en béton à base de déchets coquillés. Ces modules, qui seront déployés sur trois sites de la baie de Saint Malo, serviront de point d'ammarage pour les bateaux de plongée de la région. L'impact de ces mouillages sera limité en créant un habitat complexe favorisant la colonisation. Ils seront surélevés par des pieds afin de fournir un abri aux espèces benthiques et assurer un meilleur ancrage au sol. Les plateaux avec des trous d'évacuation fourniront des abris complexes avec des points de fuites. La partie supérieure sera munie de trous et des failles afin d'augmenter la variabilité de microhabitat et fournir différentes niches écologiques aux espèces benthiques.

Les modules d'amarrage pour bateau seront déployé sans chaînes pour éviter le détérioration du récif. L'anneau d'ancrage sera remplaçable pour augmenter la longévité du mouillage. Au total, trois modules seront déployés au printemps 2020, après la fabrication par l'ESITC Caen au cours de l'hiver 2019.

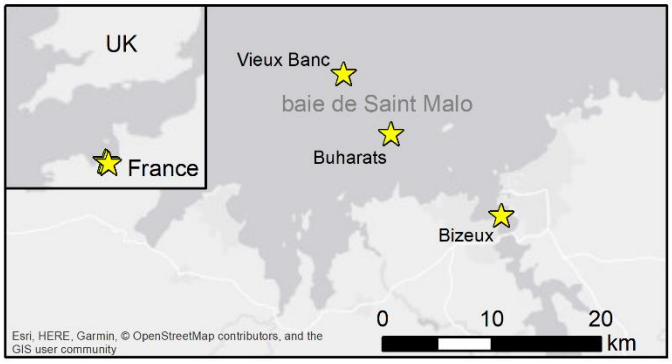
Ils seront réalisés avec deux types de bétons différents:

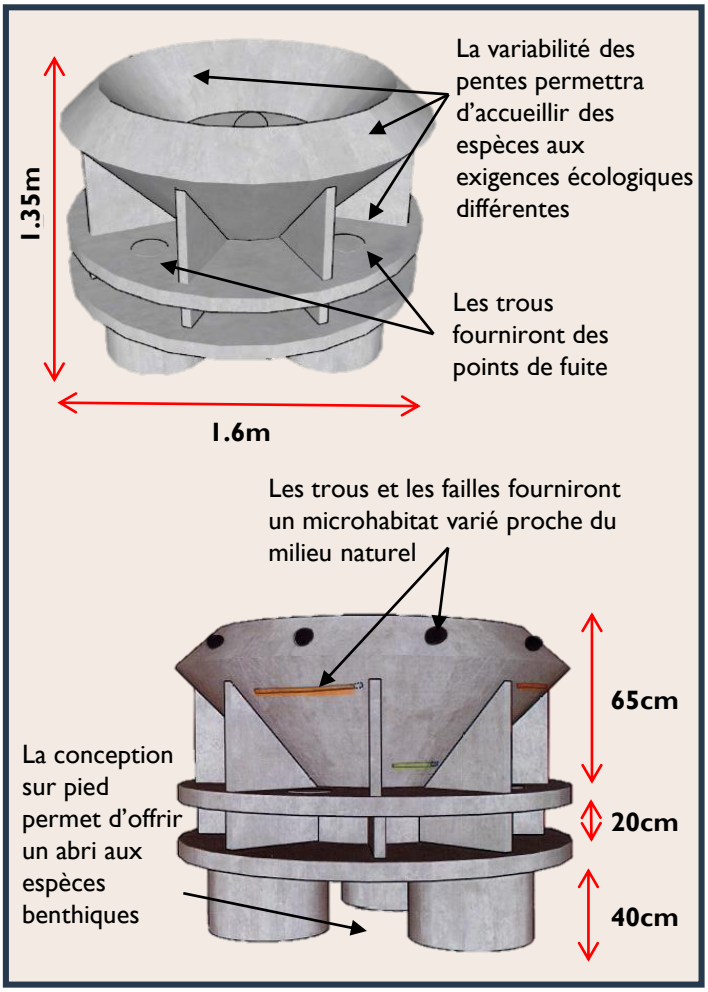
CEMII, sable 0/4, gravier 4/16 lourd

Ce mélange de béton dense et robuste sera utilisé pour produire les pieds et le corps central afin de garantir la masse du mouillage pour la fixation des bateaux de plongées.

CEMII + 20% d'agrégats de coquilles

Les étages intermédiaires et la partie supérieure seront produits avec un mélange de béton et d'agrégats de coquilles afin de favoriser la colonisation biologique.





La conception du module d'amarrage de bateau

La baie de Saint Malo est riche en biodiversité marine grâce à son abondance de récifs rocheux. En introduisant les modules d'amarrage Marineff dans cette région, l'objectif est de réduire, sur ces sites, l'impact négatif de l'ancrage sur le fond marin des bateaux de plongée locaux. Cela permettra également d'identifier le potentiel de colonisation des récifs Marineff en comparaison aux récifs rocheux naturels. Des études exhaustives de caractérisation des sites ont déjà commencé en réalisant des méthodes de comptage poissons et en utilisant la modélisation 3D par photogrammétrie pour caractériser l'habitat.

ESITC Caen: en bref

L'ESITC Caen (Ecole Supérieure d'Ingénierie des Travaux de la Construction) possède toute l'expertise dans la réalisation de projets européens. Les infrastructures maritimes sont une thématique clé pour l'ESITC Caen depuis de nombreuses années, avec le développement de matériaux spécialement adaptés au milieu marin qui répondent également aux réalités économiques du secteur.

L'ESITC Caen a pour objectif le développement et l'optimisation de formulations de bétons pour la conception d'infrastructures maritimes biomimétiques. Ces infrastructures permettront la création de nouveaux habitats pour la faune et la flore marine. Ainsi, elles doivent être durables et respectueuses de l'environnement.

Pour la réalisation des différentes expérimentations, l'équipe de recherche dispose de plusieurs équipements tels que des malaxeurs à béton, des presses en compression et flexion, des étuves... Un dispositif de culture de micro-algues a été également mis en place au sein du laboratoire afin d'étudier la bio-colonisation du béton par des micro-algues en milieu contrôlé.

Une première étape est donc consacrée à l'optimisation des bétons en faisant varier le pourcentage de granulats coquilliers ainsi que le type de ciment. Après optimisation, différentes éprouvettes sont confectionnées pour la caractérisation des bétons à l'état durci (masse volumique, porosité et résistance mécanique).

Une deuxième étape est dédiée à l'étude de la durabilité des matériaux vis-à-vis du milieu marin (diffusion des ions chlorures et colonisation par des espèces marines). Pour ce faire, des échantillons sont immergés in situ et dans des bacs avec un système circulant d'eau de mer sur différentes échéances. A terme, des essais de compression, des mesures de porosité et des profils d'ions chlorures sont réalisés.

A la lumière de ces résultats, la formulation de béton optimale est sélectionnée pour la mise en œuvre de l'infrastructure.

Dr Mohamed Boutouil
Directeur de la recherche

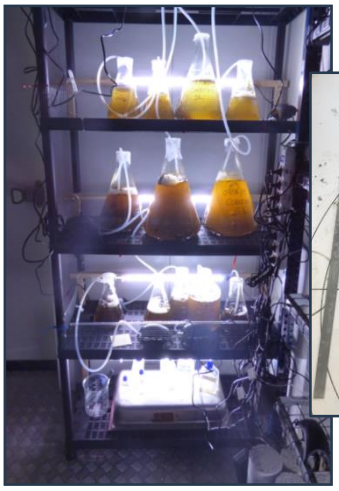
Aurélie Gerault
Ingénieure R&D

Matthieu Dufeu
Chef de projets

Nassim Sebaibi
Responsable scientifique

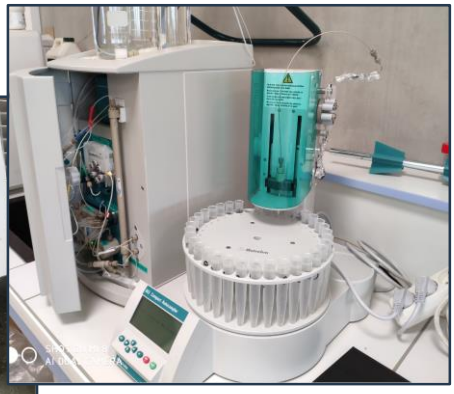
Amel Bourguiba
Enseignante-chercheure

Marine Georges
Doctorante



1) Installation de cultures de micro-algues

2) Test d'affaissement



3) Test de diffusion des ions chlorure