



**CRITICAL ECOSYSTEM**  
**PARTNERSHIP FUND**

## Evaluation d'Impact Environnemental

### EIE

Décembre 2018  
Subvention CEPF TUN 108639

### Notre Grand Bleu

« *Contribuer à la gestion intégrée durable de l'aire marine et  
côtière protégée Kuriat* »

Iles Kuriats, Monastir Tunisie

Document rédigé par **Jamel Jrijer\***, **Fadoua Ben Salah\***.

Réalisation des enquêtes : **Dhaker Sakka\***, **Kamel Nouira\***

Visite de terrain et localisation des points d'ancrage : **Fadoua Ben Salah\***, **Ahmed Ghedira\***, **Ahmed Souki\***, **Sahbi Dorai\*** et **Jamel Jrijer\***.

Préparation et suivi de construction des corps morts : **Ahmed Souki\***, **Ahmed Ghedira\***, **Jamel Jrijer**

Edition et mise en page par **Manel Ben Ismail\***, Directrice de l'association Notre Grand Bleu  
[manel.benismail@gmail.com](mailto:manel.benismail@gmail.com)

Révisé par **Awatef Abiadh\*\*** (CEPF-Med) Juillet 2016, **Manel Ben Ismail\*** (Directrice de NGB)  
Décembre 2018

\*Association Notre Grand Bleu, Résidence Kairouan, Cap Marina 5000 Monastir, Site web :  
[www.notregrandbleu.com](http://www.notregrandbleu.com); Mail : [notre\\_grand\\_bleu@hotmail.fr](mailto:notre_grand_bleu@hotmail.fr)

\*\*Critical Ecosystem Partnership Fund; Fond de partenariat pour les écosystèmes critiques; hotspot de Méditerranée

## 1 Cadre générale

Actuellement, l'érosion de la biodiversité présente l'une des plus importantes préoccupations environnementales vu son rôle essentiel dans le fonctionnement des écosystèmes marins et leur stabilité (Worm et al., 2006). La Méditerranée est un "hotspot" de diversité: elle héberge des habitats, des espèces et des associations floristiques et faunistiques d'une grande importance écologique. Tout en représentant que 0.8% de la surface de l'océan mondiale, la Méditerranée abrite 9000 à 12000 espèces faunistiques et floristiques dont 20-30% d'espèces sont endémiques.

La Tunisie présente 30% des espèces de la Méditerranée (Etude nationale de la biodiversité en Tunisie, 1998). Les écosystèmes remarquables, en Tunisie, sont signalés du nord au sud du pays, dans ses bancs et dans ses milieux insulaires tels que les herbiers de posidonie et les coralligènes.

L'accroissement des pressions anthropiques sur le littoral ainsi que l'exploitation des océans ont sérieusement dégradé la biodiversité marine et le changement climatique ne fait qu'exacerber ce problème (Silvain et al., 2009). La pollution des eaux dont la majorité provient des activités humaines, la navigation, l'introduction d'espèces invasives, la surexploitation des ressources halieutiques par la pratique de pêche illicite, la dégradation, la fragmentation et les pertes d'habitats à cause des arts trainants, ainsi que l'ancrage sont autant de facteurs responsables de l'érosion de la biodiversité marine (Garcia et al., 2006). Cette dernière pression, l'ancrage, représente une menace pour les habitats marins. Il provoque leur destruction par l'action des chaînes et des ancres.

La Tunisie est engagée dans le cadre des accords de Rio (chapitre 17 de l'Agenda 21) et de l'Agenda 21 de la Méditerranée (1994) et dans le cadre de la mise en œuvre du protocole de la convention de Barcelone (convention de Barcelone de 1976, amendée en 1995) pour la conservation des zones côtières et leur gestion intégrée. D'autre part, la création des aires marines et côtières protégées (AMCP) est l'une des stratégies efficaces pour la mise en réserve la richesse en termes de biodiversité spécifique des milieux insulaires (CAR/ ASP, 2014).

Notre Grand Bleu est une association non gouvernementale créé en 2012, sa vision est la préservation de la vie marine et côtière en Méditerranée et des activités humaines qui en dépendent et assurer un avenir durable de l'espace littoral. Notre Grand Bleu a développé un projet de conservation dans la région sous le nom de « *Contribution à la conservation des îles Kuriats et la baie de Monastir à travers l'implication de la société civile et le secteur privé* ». Ce Projet est financé par le Fonds de Partenariat pour les Ecosystèmes Critiques (CEPF) (**Critical Ecosystem Partnership Fund**), et mis

en œuvre en Partenariat avec l'Agence de Protection et Aménagement du Littoral (APAL), le Centre d'Activités Régionales pour les Aires Spécialement Protégées (CAR/ASP) et l'Initiative *PIM* pour les Petites Iles de Méditerranée. Dans l'optique de continuité, de progression et de consolidation de la stratégie initiée par le projet CEPF TN65414, notamment la mise en place de mouillages écologiques destinés à l'ancrage des bateaux de plaisance, deux mouillages seront mis en place pour les 2 bateliers restants.

## **2 Besoin de conservation**

La création d'une aire marine protégée vise la conservation du patrimoine naturel, la sauvegarde de ses ressources d'intérêt d'une façon durable et équilibrée et la préservation de la diversité biologique.

En Tunisie, la loi n° 2009-49 du 20 juillet 2009, relative aux aires marines et côtières protégées, décrit ces aires comme suit: « les espaces désignés par la loi, en vue de protéger les milieux naturels, la flore, la faune, les écosystèmes marins et côtiers présentant un intérêt particulier d'un point de vue naturel, scientifique, instructif, récréatif, ou éducatif ou économiques qui constituent des paysages naturels remarquables devant être préservés. »

La Tunisie accorde un intérêt particulier aux zones côtières et à leur gestion intégrée vue leur poids économique et écologique appuyé par les engagements pris par la Tunisie dans le cadre du protocole de la convention de Barcelone (convention de Barcelone de 1976, amendée en 1995), les accords de Rio (chapitre 17 de l'Agenda 21) et de l'agenda 21 de la Méditerranée (1994).

### **2.1. Zone d'intervention**

Les îles Kuriat sont situées au large de la baie de Khnis au Nord-est de cap de Monastir à environ 18km de cette ville. Ce sont des émergences des hauts fonds. Les îles Kuriat sont en réalité deux îles principalement une petite île ou île Conigihera (Qurya El Essaghira) d'environ 70 ha et une autre île plus grande « grande Kuriat » (Qurya El Kabira) d'environ 270 ha de superficie et distante de 2,5Km de la première (APAL, 2000). Il existe aussi deux autres minuscules îlots qui se trouvent à proximité de la petite Kuriat.

La petite Kuriat, de forme quasi-triangulaire est formée d'une plage sableuse d'environ 1000 m de long. Le reste des côtes est soit bordé de sebkha, soit rocheux (RAC/SPA-PNUE, 2014). Cette île est très fréquentée par les pêcheurs et les touristes en été (Bardai & Jribi, 1997).

Par contre, la grande Kuriat est sensiblement de forme ovoïde. Elle comprend trois grandes Sebkhhas situées à l'Est, au Sud-ouest et à l'Ouest. Cette île est connue par la présence d'un phare construit en 1888 et établi au Nord de l'île (Jribi, 1998).

La grande Kuriat est sous surveillance militaire, par conséquent il est complètement interdit d'y passer la nuit pour les estivants et les pêcheurs (Bardai & Jribi, 1997)

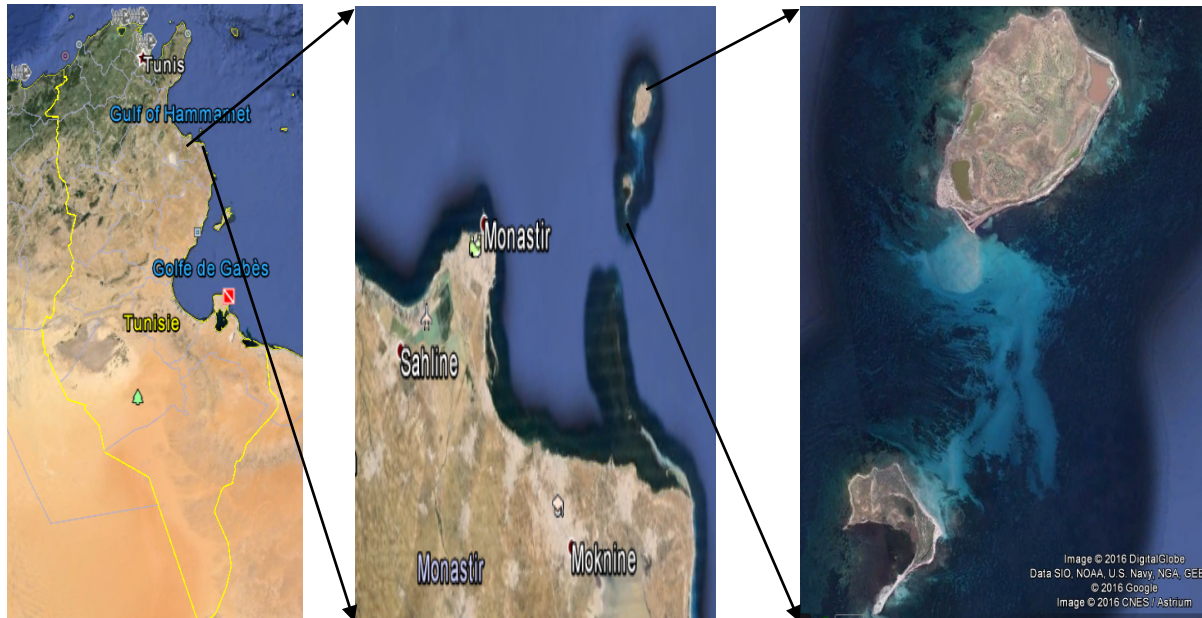


Figure 1 : Localisation de la zone d'étude (google earth , 2016)

### 2.1.1. Bathymétrie

On distingue deux secteurs bathymétriques (RAC/ SPA, 2014):

**Le secteur Nord** : il se caractérise par une faible bathymétrie avec des profondeurs n'excédant pas 40m.

Le fond marin évolue en pente douce jusqu'à des fonds d'ordre de -3m. Les isobathes -5m et -10m se situent respectivement à 800m et 15000m environ de la ligne de rivage. Ceci indique les profondeurs très faibles et pentes douces et régulières.

**Le secteur Sud** : il se caractérise par des pentes très faibles. Il s'étend de la zone du port jusqu'à la ville de Mahdia. La bathymétrie de ce secteur est plus marquée puisque l'isobathe -5 m est distante de 400 m environ de la côte.

La pente devient irrégulière jusqu'à l'isobathe -50 m ce qui montre la présence de fosses et des hauts-fonds.

### **2.1.2. Courantologie**

La vitesse des courants est limitée vu la faible bathymétrie. Les courants sont généralement créés par les vents du NNE, NE, ENE, qui sont à l'origine d'un courant littoral ouvert Nord-Sud le long de la côte (APAL, 2010).

### **2.1.3. La marée**

La marée dans la région de Monastir est une marée de type semi-diurne et de faible amplitude. En moyenne, le marnage ne dépasse pas 30 cm, par contre en vives-lieux il peut atteindre 40 cm. Les courants induits ont une vitesse de l'ordre de 5 à 10 cm/s ce qui ne possède aucun rôle dans la dynamique sédimentaire (RAC/SPA, 2014).

## **3 Richesse de la biodiversité et nécessité de conservation aux îles Kuriat**

Ces îles abritent de nombreuses espèces remarquables telles que *Caretta caretta*, *Pinna nobilis*, *Posidonia oceanica*... Les Kuriat jouent le rôle d'un site de nidification, une nurserie vue la présence significative des récifs barrières de posidonie autour de cet archipel. Elles abritent également de nombreuses espèces d'oiseaux migrateurs (CAR/ASP, 2014).

### **3.1. La biodiversité**

Les îles Kuriat se caractérisent par leur richesse faunistique et floristique particulière ainsi qu'un potentiel écologique important selon des études menées par des chercheurs et des scientifiques (CAR/ASP, 2014).

#### **3.1.1. Herbier de *Posidonia oceanica***

La biocénose à *Posidonia oceanica* est considérée comme étant un écosystème très bien représenté autour des îles Kuriat qui couvre des profondeurs entre 0 et 27 mètres (Ben Mustapha, 1992 ; PNUE/PAM, 2011).

Cet herbier s'étend sur de larges superficies de fonds meubles avec une densité assez importante des faisceaux qui oscillent entre 600 et 700 faiscs./m<sup>2</sup>. Le recouvrement inférieur de ces faisceaux est estimé à 70%.

La qualité de l'eau de mer dans les îles Kuriat est excellente. Elle est bien éclairée et bien transparente favorisant une croissance très développée de la posidonie. Par contre, on remarque que les densités existantes restent modestes. Ceux-ci peuvent être expliqués par l'impact des méthodes de pêche aux arts traïnants sur le fond, le chalutage, la pollution, le mouillage, etc (RAS/ SPA, 2014).

En revanche, la grande Kuriat se caractérise par la présence de récifs barrières à posidonie dans quatre zones au voisinage des îles Kuriat : au Sud-ouest et au Sud-est de la grande Kuriat et à l'Est-Sud-Est et à l'Ouest-Sud-Ouest de la petite Kuriat (APAL et CAR/ASP, 2011). Les plages de ces îles se caractérisent par la présence des banquettes de posidonie.

### **3.1.2. Fond de maërl**

Ce sont des associations à rhodolites. Ces fonds sont situés dans les parties rocheuses au nord des deux îles et aussi bien à l'ouest de la petite Kuriat où on les trouve à des profondeurs très faibles entre 0.5 et 7 m.

Ceux-ci prouvent que le milieu est sous influence des courants de fond d'où la formation de ce fond à de telles profondeurs. Les fonds de maërl sont caractérisés par les algues calcaires arbusculaires ou laminaires libres de genre *Lithothamnion*, *Lithophyllum* et *Mesophyllum*.

La pratique de la pêche aux arts traïnants sur le fond, le chalutage, la pollution, le mouillage... sont les menaces qui pèsent sur les fonds de maërl aux environs des îles Kuriat (CAR/ASP-PNUE, 2014).

### **3.1.3. Forêt à *Cystoseira* spp**

Autour des fonds rocheux des Kuriat, entre 0 et 10 m de profondeur, il existe des forêts à *Cystoseira* bien développées. Les forêts les plus denses se localisent autour de l'ancien port punique entre 0 et 1 m de profondeur (RAC/ SPA, 2014).

### **3.1.4. Association à *Cymodocea nodosa***

Les pelouses à *Cymodocea nodosa*, abritent les sables fins et les sables vaseux, ou sur les roches. Elles sont d'un grand intérêt en tant que zones trophiques et nurseries et sont essentielles pour la structuration des fonds meubles. On les trouve dans des profondeurs de 0 à 4 m (RAC/ SPA, 2014).

### **3.1.5. « Jardins » à éponges**

Au niveau du secteur Nord et Nord-ouest de la grande Kuriat ainsi que la façade Nord-ouest de la petite Kuriat une grande densité d'éponges (*Ircina* spp, *Sarcotragus* spp) se situe entre 0 et 2 m de profondeur avec une densité importante (2 à 5 individus/ m<sup>2</sup>) (RAC/ SPA, 2014).

### **3.1.6. Tortue caouanne « *Caretta caretta* »**

C'est une espèce emblématique des îles Kuriat. La ponte peut s'étendre d'avril à septembre sur les plages de sable fin (Jribi, 2002). La femelle peut pondre de 64 à 198 œufs (Bardai et Jribi, 1997) et l'incubation peut durer de 45 à 65 jours.

### **3.1.7. Grande nacre « *Pinna nobilis* »**

La grande nacre se présente avec des densités importantes dans les herbiers de Posidonies, entre 35-40 m de profondeur. Cette espèce protégée est menacée par le chalutage, l'ancrage et le ramassage par les plongées (CAR/ASP, 2014).

La mise en réserve d'une telle richesse naturelle est primordiale. Pour ce faire, il faut immédiatement éliminer toutes les sources de perturbation et de destructions possibles comme la pêche illicite, les engins de pêche aux arts trainants, le mouillage des bateaux, la pollution, etc. D'autre part, il faut développer l'esprit d'écotourisme et encourager les techniques de pêche artisanale tout en impliquant les différentes parties prenantes dans cette stratégie assurant ainsi la gestion durable des ressources naturelles et la préservation du patrimoine biologique et économique (CAR/ASP, 2015).

## **4 Menaces par l'ancrage des bateaux sur l'écosystème marin**

### **4.1. Cas général**

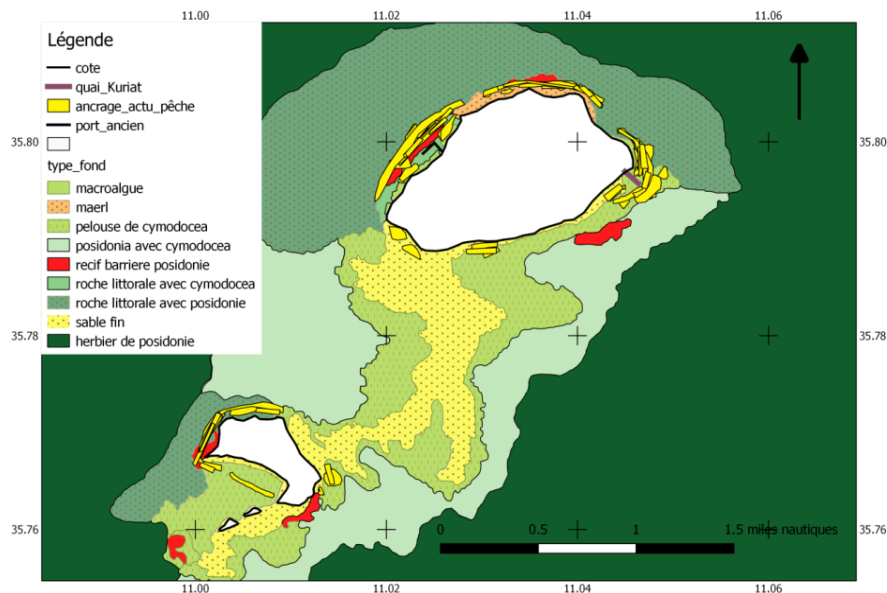
Selon OMMM (2004), l'ancrage de bateaux engendre la destruction des herbiers de phanérogames marines ainsi que des cassures sur les fonds coralliens. Par ailleurs, la mise en place d'une ancre sur le fond marin s'accompagne de l'arrachage de faisceaux engendrant l'abrasion des mattes, un remaniement du substrat et des phénomènes d'affouillement au niveau des structures immergées (Porcher). En outre, Francour et al. (1999) prouvent que chaque mouillage arrache en moyenne 20 faisceaux, ce qui n'est pas sans conséquences dans les sites où on assiste à une sur-fréquentation touristique en été (exemple : jusqu'à 9000 ancrages recensés en trois mois aux alentours des îles Lavezzi en Corse (Richiez, 1995).

Hasting et al., (1995) ont prouvé l'impact nuisible de la fréquentation des bateaux, dans deux baies différentes situées à Port Crau, sur une période de 51 ans par l'intermédiaire de photographies aériennes. En effet, une diminution de 18% des herbiers qui recouvrent le fond a pu être constatée. Les dommages dus à l'ancrage sont divisés en trois phases : en commençant à jeter l'ancre sur le fond, puis le temps de mouillage, enfin le relevage. Lors des deux dernières phases, les dégâts les plus importants se présentent.

Le phénomène de mouillage engendre principalement une diminution de la densité suivie d'un recouvrement ou une destruction de l'herbier tout dépend la partie de la plante touchée (Creed & Amado Filho, 1999). En revanche, un cycle d'ancrage produit la destruction de 50 pieds/m<sup>2</sup> d'herbier de *Posidonia oceanica* en moyenne (Francour et al., 1999). D'un autre côté, Backhurst & Cole (2000), montrent que 0.5% de l'herbier est endommagé par an par bateau dans le monde. Par contre, Creed & Amado Filho (1999), montrent que les activités de loisirs impactent localement le fond marin mais plus intensément.

La région de Monastir présente une flottille de bateaux de plaisance de 3702 unités en 2007, dont 900 ont visité les îles Kuriat. À cela s'ajoutent ce que les autorités qualifient de "balnéaires" et qui consistent en des bateaux touristiques. Ces bateaux sont au nombre de 6 et visitent quotidiennement cet archipel en période estivale. Les bateaux de pêche sont maintenus autour de 1000 embarcations au cours des deux dernières décennies. L'accostage et le mouillage par ces différentes embarcations impactent perceptiblement les habitats marins fragilisés. Des études antérieures s'accordent à conclure que cette activité génère une pression anthropique croissante sur cet archipel dont le résultat est une dégradation continue des écosystèmes ainsi qu'une perturbation des espèces induisent des effets néfastes sur la biodiversité (RAC/ SPA, 2014).

## 4.2. Habitats menacés par l'ancrage actuel aux alentours des îles Kuriat

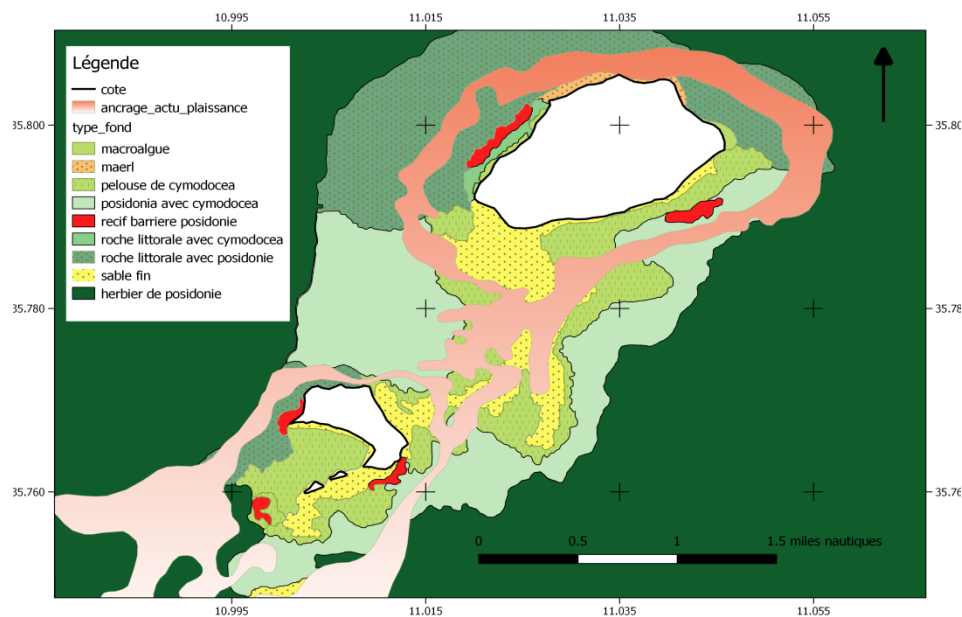


**Figure 2 :** Les habitats touchés par le mouillage des bateaux de pêche.



Concernant les bateaux de pêche, les zones fréquentées par le mouillage et impactées sont principalement les récifs barrières situés au sud-ouest et sud-est de la grande Kuriat, au est-sud-est de la petite Kuriat ainsi que les fonds de maërl situés au nord-est et sud-est de la grande Kuriat, les pelouses de *Cymodocea* et les macroalgues. Il en est de même pour les roches littorales avec *Cymodocea* et *Posidonia*.

Pour les bateaux de plaisance, les fonds menacés sont diverses : fonds de maërl, herbier de *Posidonia*, *Posidonia* avec *Cymodocea*, les pelouses des *Cymodocea* et roche littorale avec *Posidonia* autour les deux îles.



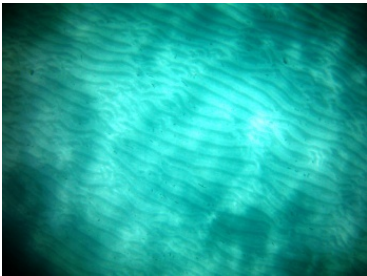


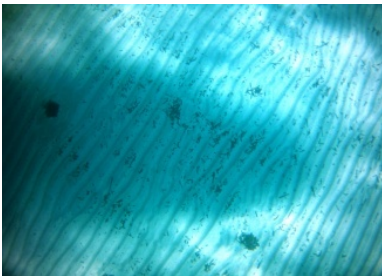


**Figure 3** : Les habitats touchés par le mouillage des bateaux de plaisance

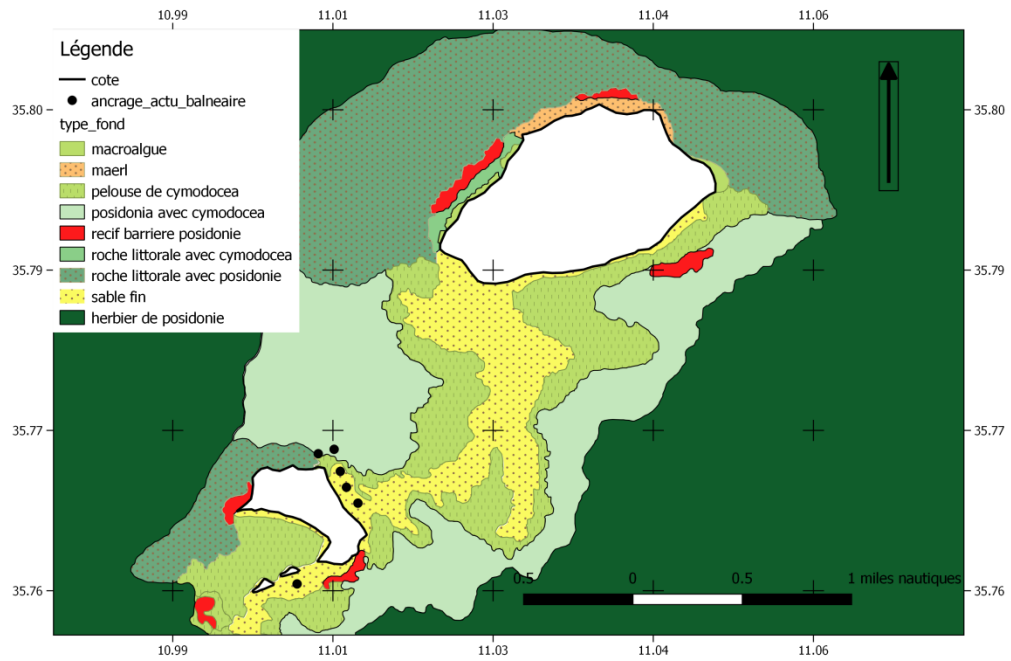
L'impact des bateaux commerciaux (balnéaires) est concentré autour de la petite île sur les fonds à *Posidonia* et *Cymodocea* ainsi que les pelouses des *Cymodocea*.

Nous avons pris des photos relatives à chaque unité ainsi que leurs coordonnées GPS et la profondeur pour prouver en plus ce résultat. Le tableau qui suit illustre les différentes données collectées :

**Tableau 1 : Zones d'ancrage des balnéaires et type de fond**

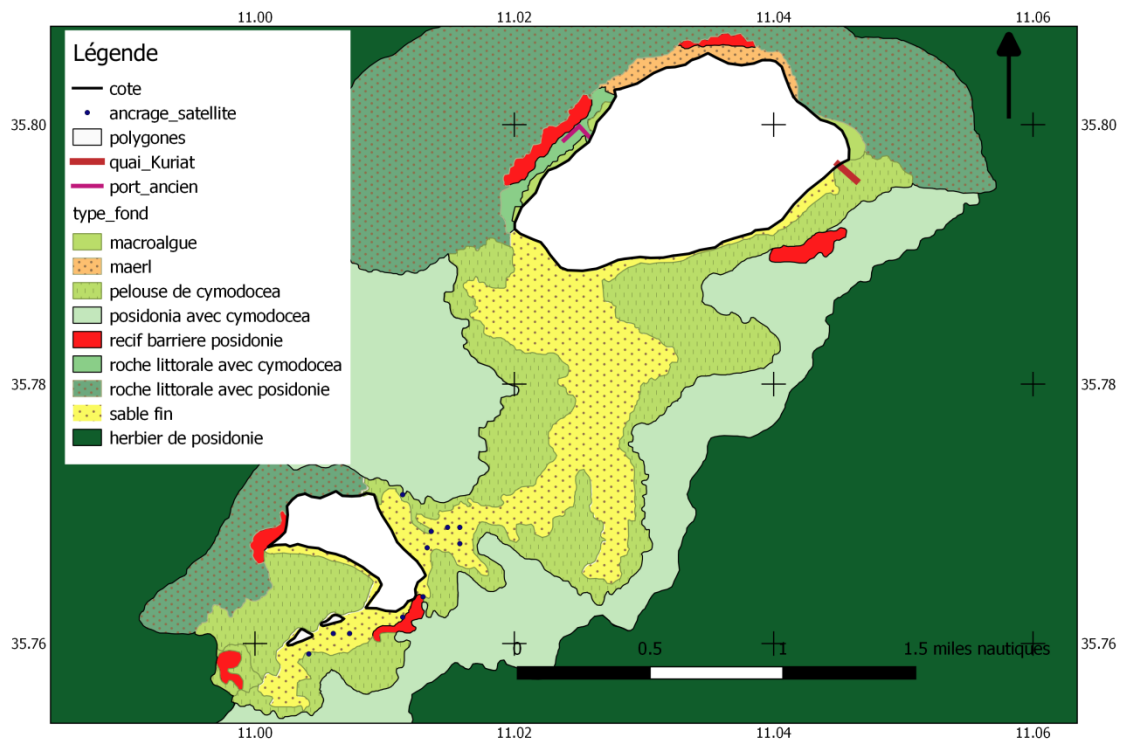
Unité	Coordonnées GPS	Profondeur (m)	Photos	Description
<b>Barbarous</b>	35 46 452 N, 110545 E	5		Fond abrité par des pelouses à <i>Cymodocea</i>
<b>Soltane</b>	35 46 532, 11 0 649.E	5		Fond abrité par des pelouses à <i>Cymodocea</i>
<b>Hannibal</b>	35 46 295 N, 110 726 E	4		Fond sableux

<b>Lac Majeur</b>	35 46 245 N 11 0 779 E	4		Fond sableux
<b>Kuriat</b>	35 46 222 N, 11 0 840 E	4		Fond abrité par des pelouses à <i>Cymodocea</i> .
<b>Pâcha</b>	35 46 031 N 11 0 893 E	3.5		Fond abrité par des pelouses à <i>Cymodocea</i> et herbier de posidonie



**Figure 4 :** Les habitats touchés par le mouillage des bateaux commerciaux

Les images satellites ont montré que les principaux habitats touchés sont le récif barrière de *Posidonia* et les pelouses des *Cymodocea*.



**Figure 5 :** Les habitats touchés par le mouillage des bateaux.

## 5 Solution alternative d’ancrage dans le monde

Pour minimiser les dégâts de mouillage des bateaux, Millazzo et al., (2004) ont proposé certains types d’ancres ayant un impact moindre sur les herbiers. Par ailleurs, l’installation de structures telles que le corps mort ou ponton flottant semblent efficace. D’autre part, on peut avoir recours à un anneau fixé dans la roche, une gueuse en béton pour les fonds meubles, ou d’autres types d’ancrages spécifiques comme « Harmony » (OMMM, 2004 ; Neptune environnement).

Pour choisir la solution écologique la plus adéquate, il faut prendre en considération la nature du milieu sachant que 5 grandes catégories de milieu sont retenues : sable et vase, galets et éboulis, blocs et roches, coralligène et herbiers de Posidonies. Chaque milieu est caractérisé par sa sensibilité et la vulnérabilité en fonction des caractéristiques particulières du milieu comme la vitesse de régénération, complexité structurale, rôle écologique... Tous ces éléments permettent de comprendre pourquoi le milieu est plus au moins fragile et pourquoi il est nécessaire de trouver des solutions alternatives au mouillage par ancre (Francour et al., 2006).

### 5.1. Différents types de mouillage écologique utilisés dans le monde

#### 5.1.1. Le vis à sable

Il s’agit d’un pieux en acier galvanisé à chaud, très rigide, possédant un ou deux étages de spires hélicoïdales de diamètre proportionnel (Francour et al., 2006). Ce dispositif présente plusieurs formes qui diffèrent selon la nature du milieu sableux-vaseux, galet et éboulis.



Figure 7 : Vis à sable (Francour et al., 2006)

### 5.1.2. Les scellements d'ancrages

C'est une technique adéquate pour les substrats rocheux homogènes. Un dispositif très résistant qui se compose d'une platine munie d'un organeau occupé d'un ou plusieurs tirants scellés dans la roche.



Figure 8 : Les scellements d'ancrages (Francour et *al.*, 2006)

### 5.1.3. Les ancres ressorts

Ils sont composés d'un enroulement hélicoïdal d'acier qui permet la pénétration dans le substrat (matte). Cette forme d'ancrage n'affecte ni les feuilles ni les rhizomes de la plante ce qui garantit la non altération de la matte lors de la pose ni l'occupation de la surface de l'herbier.

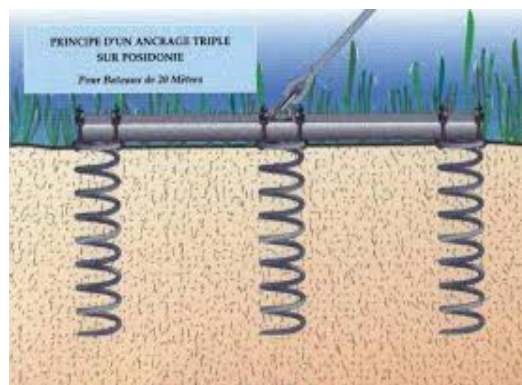


Figure 9 : Ancre ressort (Francour et *al.*, 2006)

### 5.1.4. Le corps mort

Il est décrit comme étant un objet de grande masse volumique, coulé sur le fond. Ce dispositif est bien adapté aux sols sableux et sédimentaires compacts. Il sert à l'amarrage d'une très large gamme d'utilisation commençant par les petits balisage arrivant à l'amarrage de gros

navires (Francour et *al.*, 2006). Par ailleurs, il faut prendre en considération les dégâts que peuvent entraîner sur les secteurs de récifs coralliens ou herbier en cas où le bloc est trainé sur le fond (Francour et *al.*, 2006).

## **5.2. La structure du corps mort selon l'APAL, Tunisie**

Sa structure est sous forme de ligne de mouillage qui est un dispositif situant entre un objet ou une structure et un point d'amarrage fixe (APAL, 2015). Elle présente les éléments suivants :

- ✓ L'ancrage : corps mort ou autre dispositif.
- ✓ La ligne inférieure : chaîne mère prise sur l'anneau par une manille.
- ✓ Flotteur immergé (bouée moussée)
- ✓ La ligne supérieure: chaîne fille prise sur le flotteur immergé, et menant à la bouée de surface.
- ✓ La bouée de surface (bouée moussée), placée en partie supérieure de la ligne au moyen d'une manille.

## **5.3. Expérience de mouillage par corps mort en Méditerranée**

Plusieurs régions dans le monde ont procédé l'installation des mouillages écologiques, voir même la création des zones de mouillage écologique afin de protéger les habitats marins. On cite par exemple, La Zone de Mouillages et d'Equipements légers (ZMEL) installée au cœur de l'aire marine protégée de la côte agathoise (sud de la France) présentant 41 bouées d'amarrage réparties sur 35 ha (Dupuy, 2008) ainsi que pour la région de port Cros et Marseille.

## **6 Localisation des points d'ancrage**

Nous avons visité la petite île Kuriat pour prendre les coordonnées géographiques, la profondeur ainsi que des photos relatives au fond sous-marin des bateaux de plaisance (balnéaires) et des bateaux de pêche pour connaître la nature de l'habitat où ils jettent les ancres et en utilisant le matériel suivant :

- GPS : outil de navigation pour l'enregistrement des coordonnées géographiques des sites d'ancrage des bateaux.
- Carte marine : utilisée pour l'enregistrement de la bathymétrie.
- Un appareil photo Go PRO : destiné à la prise de photos du fond sous-marin



Un total de 12 déplacements a eu lieu entre Février et Juin 2016. Les visites autour de la grande Kuriat ont été plus fréquentes que pour la petite Kuriat étant donné la présence d'un campement sur la grande Kuriat, la rendant plus fréquentée par les pêcheurs que la petite. L'objectif de ces visites était d'observer les bateaux de pêche ancrés, les dénombrer, délimiter leurs zones d'ancrage et les enquêter par rapport à leurs pratiques de pêche dans la zone.

Nous avons aussi réalisé des enquêtes auprès des pêcheurs et des plaisanciers afin de mieux localiser les zones les plus fréquentées pour le mouillage. Ces enquêtes ont été faites sous la forme de questionnaire. Les ports où ont eu lieu les enquêtes sont La Marina, Ghedir, Kahlia, Teboulba et Sayda.

## **7 Cartographie de zone de mouillage**

Afin de délimiter les zones de mouillage les plus fréquentées par les bateaux et de localiser les zones appropriées à l'ancrage écologique, nous avons procédé à la spatialisation des données puis à un croisement de couches. Pour ce faire, nous avons utilisé le logiciel de SIG QUANTUM GIS QGIS version 2.14.0.

Afin de délimiter des zones potentielles d'ancrage écologique nous avons fait les choix suivants:

- l'ancrage devrait avoir lieu sur des fonds sableux car d'une part ils n'abritent pas d'herbiers ni de maërl et d'autre part les fonds rocheux ne sont pas adéquats.

- les sites d'ancrage proposés devraient correspondre à des zones d'ancrage habituelles afin de ne pas brusquer les habitudes des bateaux, ce qui peut amener à un refus des nouvelles propositions. A ce stade nous avons raisonné par catégories de bateaux:

- les bateaux de pêche: leurs zones habituelles d'ancrage ont été délimitées par enquêtes et représentées sur un thème à part (géo-entité « positions d'ancrage »)

- les bateaux de plaisance: habituellement ils ancrent dans la tranche 2 et 5 m. Un polygone correspondant à cette bathymétrie a été créé à partir de la géo-entité « bathymétrie ».

- les bateaux commerciaux: leurs zones habituelles d'ancrage ont été délimitées par enquêtes et représentées par un thème « positions d'ancrage commercial ».

En procédant à l'intersection des fonds sableux avec les zones habituelles d'ancrage, nous avons pu déterminer des zones potentielles d'ancrage écologique pour chaque catégorie de bateaux.



## 8 Choix de dispositif pour l'ancrage écologique

Pour la mise en place du dispositif approprié à l'ancrage écologique, nous avons pris en considération tous les paramètres caractérisant l'environnement, la nature du fond ainsi que les caractéristiques des unités de pêche et de plaisance.

Plusieurs propositions ont été soumis par l'Agence de Protection et d'Aménagement du Littoral Tunisien (APAL), de même des réunions ont été établies entre l'APAL et l'association (NGB) pour discuter les différentes possibilités et d'adopter le modèle le plus fiable et le mieux adéquat.

Le calcul s'est basé sur un calcul de différentes forces exercées sur le dispositif : le courant sur la coque immergée, le vent sur la coque émergée qui se traduisent par une force totale :

$$F = \frac{1}{2} \cdot (C_w \cdot \rho_w \cdot S_f \cdot V_w^2 + C_a \cdot \rho_a \cdot S_s \cdot V_a^2)$$

Avec :

$C_w$  et  $C_a$  : respectivement les coefficients de traînée hydrodynamique et aérodynamique. Ils peuvent varier de 0.5 à 1.2 selon les formes des bouées et les vitesses de courant. Cependant, en général on leur donne la valeur 1.

$\rho_w$  et  $\rho_a$  : respectivement les densités des milieux: mer (env. 1030kg/m<sup>3</sup>) et air (env.1.29kg/m<sup>3</sup>).

$S_f$  est la surface maximale (en m<sup>2</sup>) du maître-couple immergé.

$S_s$  est la surface (en m<sup>2</sup>) du maître-couple des superstructures.

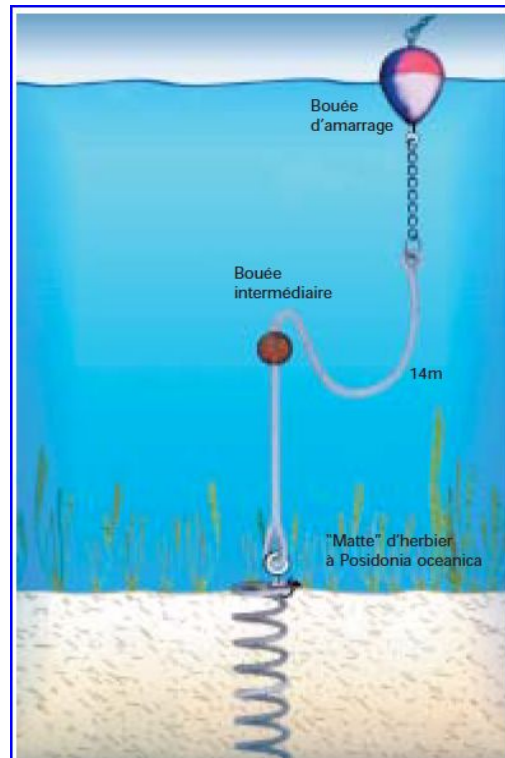
$V_w$  et  $V_a$  sont respectivement les vitesses de l'eau et du vent (en m/s). Calcul de masse du corps mort :  $M = V \cdot D$ , avec  $V$  : le volume du corps mort,  $D$  : Densité du béton armé qui est égale à 2.5 T/m<sup>3</sup>.

### 8.1. Choix possibles

#### 8.1.1. Harmony

Dans un premier temps, un dispositif de type « Harmony » a été proposé. Ce dispositif est le plus utilisé de nos jours. En effet, ce type de dispositif est très répandus dans les zones de mouillage écologique en raison de leur efficacité d'assurer une pratique d'ancrage saine de même ce dispositif ne présente aucun dégâts pour les habitats naturels.

En ce qui concerne les côtes des îles Kuriat, cette méthode employant le dispositif « Harmony » n'a pu être appliquée vu la faible profondeur des zones destinées à l'ancrage écologique et choisies par l'APAL et le CAR/ ASP dans le plan de gestion qu'ils ont élaboré. Cette technique est recommandée pour des profondeurs supérieures ou égales à 10 m minimum.



**Figure 10** : Dispositif de type Harmony (Neptune environnement, 2000)

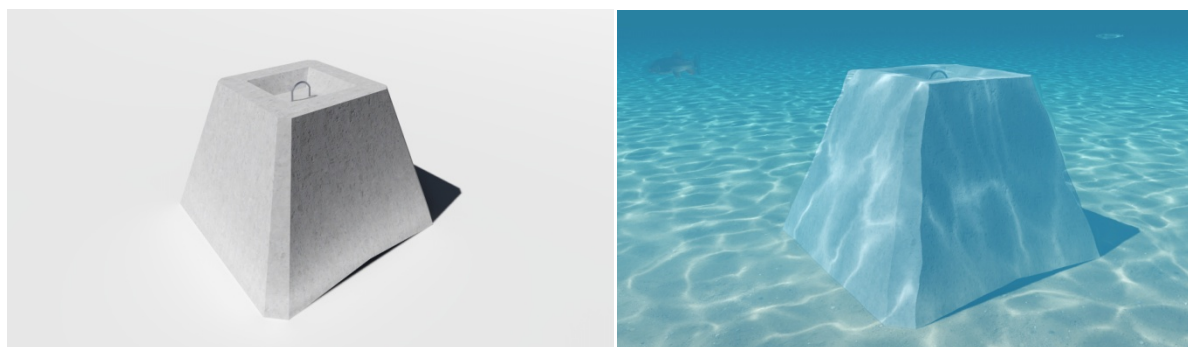
### 8.1.2. Corps mort

L'alternative était d'installer des corps morts sur les fonds sableux. De ce fait, il a été question de développer des modèles adéquats avec les caractéristiques techniques des balnéaires étant donné qu'il s'agit des plus gros tonnages.

Dans ce sens, nous avons réalisé une modélisation du dispositif d'ancrage écologique. Avant d'atteindre le modèle du corps mort approprié, nous avons effectué différents essais.

### 8.1.3. Essai N°1

Le dispositif de l'essai 1 est sous forme d'un parallélépipède carré de 1 m d'hauteur avec une base de 1.8 m de côté correspondant à un volume égal à  $3.24 \text{ m}^3$ . Ce volume donne un tonnage de 8 tonnes. Ce dispositif a été rejeté à cause de sa hauteur jugée trop grande par rapport à une profondeur de 5 m, et à cause de sa faible surface de contact avec le fond ce qui augmente le risque d'enfouissement du corps mort.



**Figure 11** : Corps mort, Essai N°1

Nous avons conclu que le corps mort doit être plus court, ayant une base plus grande et de tonnage plus important. La solution la plus adéquate et la plus pratique était de construire des petits blocs et les attacher par la suite les un aux autres au moment de la pose sur le fond. Les blocs doivent être inférieurs à 5 tonnes afin d'avoir la possibilité de les soulever par une grue et les déposer sur un fond sableux.

L'idée était de construire deux blocs en béton et de les déposer en superposition l'un sur l'autre. La question qui s'est posée est comment attacher les deux blocs ensemble d'une manière pratique et facile à appliquer d'une part, et d'autre part comment assurer une liaison assez forte afin d'assurer le tonnage prévu et évitant ainsi toute sorte de détachement sous l'effet des forces de traction exercées par les bateaux.

#### **8.1.4. Essai N°2**

Dans cet essai, nous avons utilisé de simples éponges à usage domestique pour la modélisation. Pour valoriser le dispositif, il a été intéressant d'accorder au corps mort une double fonctionnalité : la première joue le rôle d'ancrage écologique et la deuxième sert comme un récif artificiel. L'idée était de créer des interstices dans le dispositif afin de faciliter la colonisation par les organismes benthiques.



**Figure 12** : Proposition d'un corps mort muni d'un mini récif artificiel, Essai N°2

### 8.1.5. Essai N°3

L'essai 3 a consisté en l'attachement des blocs, par la considération d'un support en béton entant que base (le bloc en dessous), un second bloc en béton sera déposé en superposition sur le premier bloc.

Ce modèle considéré a été cependant rejeté en raison du risque de rupture de l'axe d'attachement en béton sous l'effet des forces de traction.

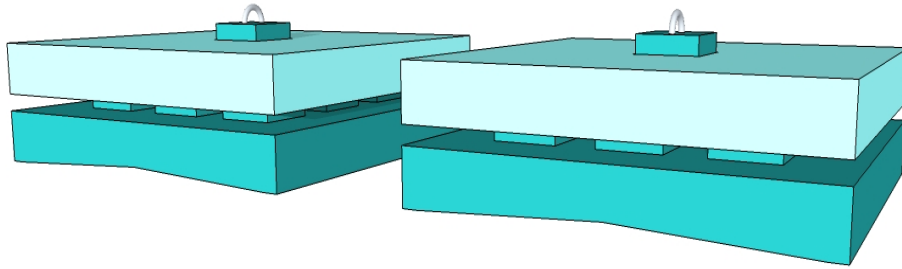


Figure 13 : Corps mort, Essai N°3

### 8.1.6. Essai N°4

Dans ce modèle la liaison des blocs en béton, par l'installation d'axes en acier au niveau des extrémités des corps morts fixés dès le début dans le bloc de base.

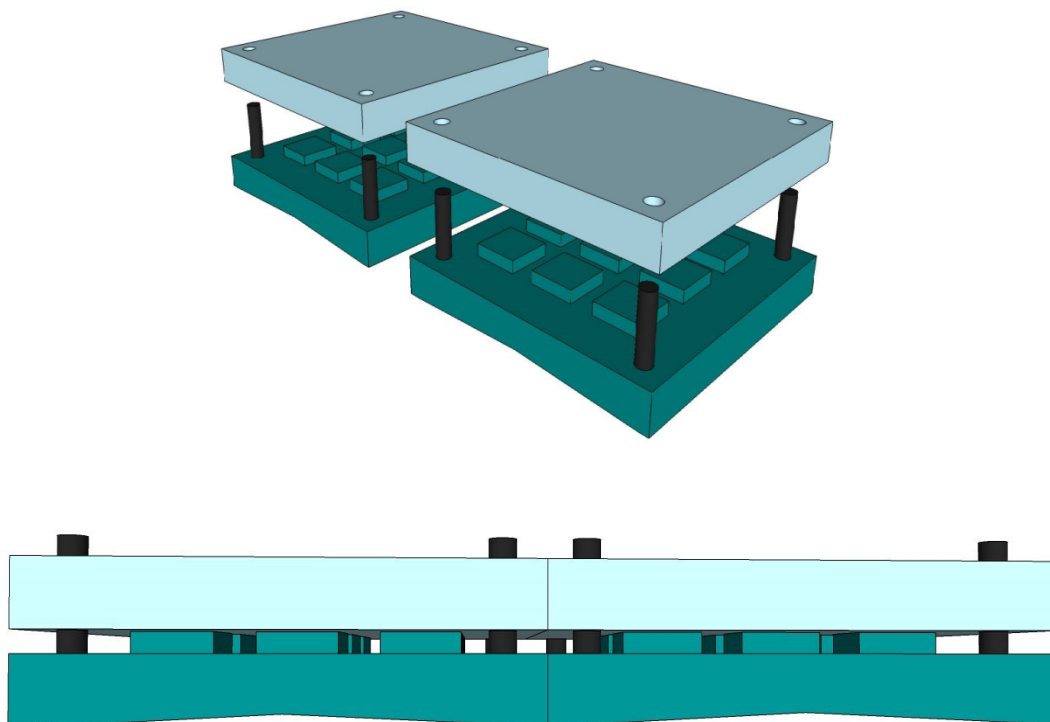
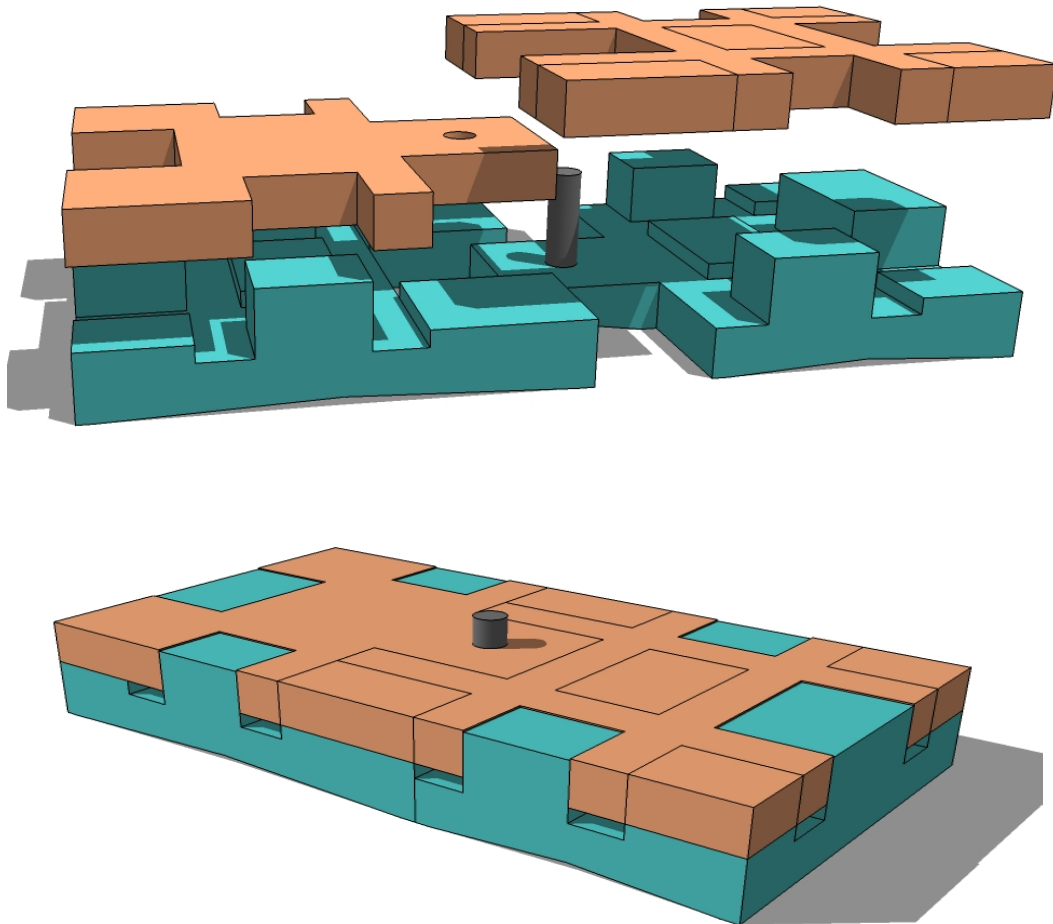


Figure 14 : Corps mort, Essai N°4

### 8.1.7. Essai N°5

Une autre idée de modélisation et d'attachement du corps mort a été prise en considération. Cette méthode s'est basée sur un simple principe semblable à un jeu de construction. Les différents blocs sont attachés les un aux autres par un axe en acier situé au centre de gravité du bloc de base.



**Figure 15** : Corps mort, Essai N°5

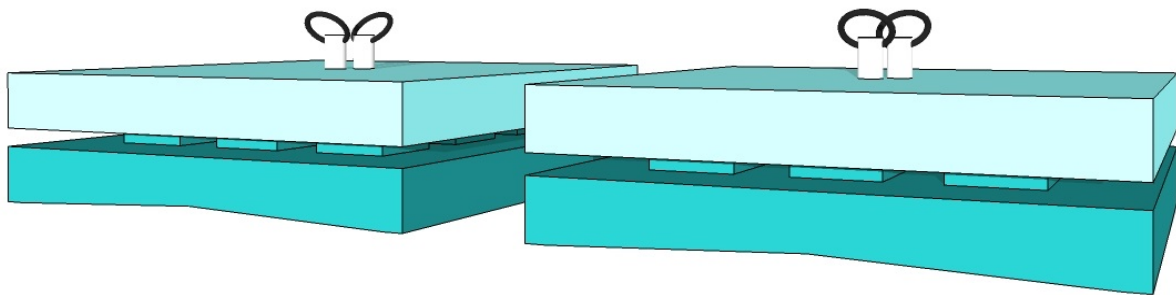
Le modèle de l'essai 5 est en adéquation avec les critères de l'étude, par ailleurs il a été fortement apprécié par l'APAL, cependant en raison de la nécessité de prodiguer une grande précision dans le moulage des pièces, de ce fait, ce modèle a été soumis à des modifications.

### 8.1.8. Essai N°6 : le bon choix des partenaires

Le dispositif pour lequel nous avons opté en concertation avec l'APAL est composé de deux blocs en béton armé déposés l'un sur l'autre. Chacun des blocs a la forme d'un parallélépipède carré de 30 cm de hauteur avec une base de 2 m de côté correspondant à un

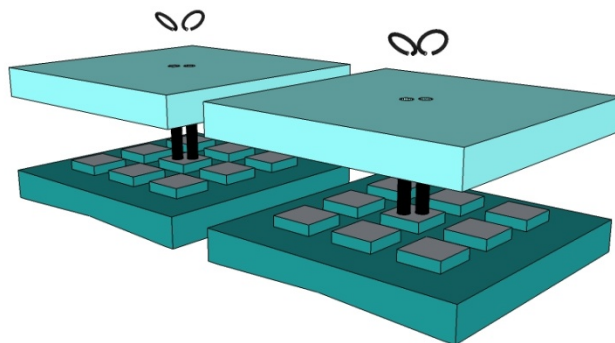
volume égal à 1.2 m<sup>3</sup>. Ce volume donne un tonnage de 3 tonnes, 6 tonnes en totalité. Ce corps-mort possède sous la face inférieure une cavité qui améliore l'effet ventouse de l'ensemble.

Pour la liaison, on a choisi finalement d'installer deux axes en acier situés les deux au milieu près du centre d'inertie du bloc car ce point est le plus robuste pour les garder bien attachés à la base et bien résistants aux forces de traction exercées par les bateaux. Ces deux axes sont munis d'un organeau au sommet servant à l'amarrage des bateaux (annexe 6).



**Figure 16 :** Conception finale du corps mort

Le dispositif en plus de sa fonction principal jouera un double rôle puisqu'il servira également de récif artificiel. La conception de la structure s'est basée sur la création d'un labyrinthe dont les avantages sont (i) de permettre la colonisation de l'espace par la faune benthique et la (ii) protection des poissons juvéniles contre tout prédateur.



**Figure 17 :** Schéma explicatif du labyrinthe

Le transport nécessitera un bateau maritime remorqueur avec un dispositif de parachutes adéquats au tonnage de la structure en béton.

Pour la fabrication du corps mort, nous avons conçus en premier lieu un moule ayant la forme du dispositif final.





**Figure 18 :** Le moule du corps mort

Afin de solidifier la structure et la rendre plus robuste un ferrailage a été nécessaire par la suite.



**Figure 19 :** Le ferrailage du corps mort

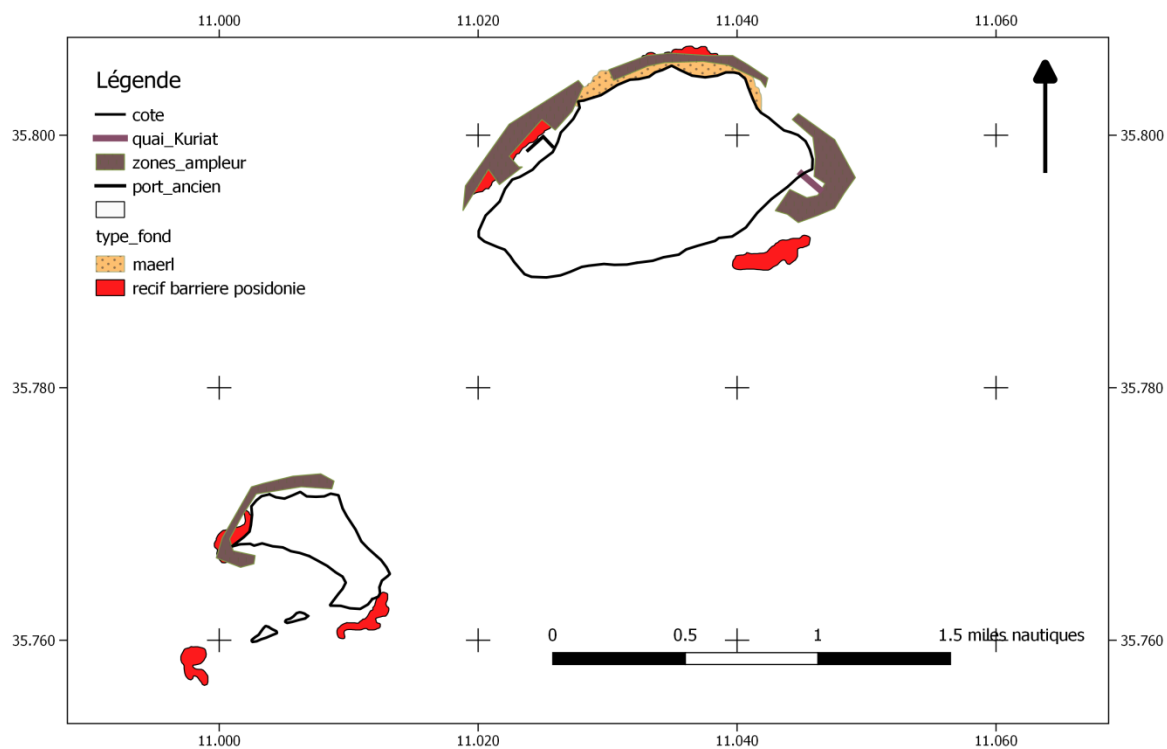
Enfin, un mélange du béton, gravier et sable a été déversé dans le moule. Après un temps de séchage adéquat, le bloc est obtenu.

## **9 Zones d'ancrage écologique**

Pour bien identifier les zones les plus adéquates au mouillage écologique, il faut prendre en considération les zones habituelles d'ancrage des bateaux, les hauts fonds aux alentours des deux îles ainsi que les habitats à protection obligatoire. En prenant en compte toutes ces conditions, on a pu dégager les résultats suivants :

- Pour les bateaux commerciaux, les zones de mouillage écologique sont très claires : il s'agit principalement d'une zone sableuse autour de la petite île. Il est à remarquer que les bateliers préfèrent ancrer dans les herbiers pour un meilleur attachement. Par contre, l'attachement de l'ancre au fond sableux est faible. Alors la solution la plus adéquate est d'installer des dispositifs relatifs à l'ancrage écologique notamment le corps mort dans les zones où les bateliers ancrent.
- Pour les bateaux de pêche, l'identification de zone de mouillage est un peu difficile étant donné le comportement changeant des pêcheurs face aux conditions météorologiques.
- Pour les plaisanciers, la délimitation d'une zone de mouillage écologique est quelque peu complexe. En revanche, la marine marchande nous a confirmé que les permis que possèdent ces plaisanciers leur permettent de naviguer à une distance maximale égale à 2 miles nautiques par rapport au port d'attache. Par conséquent, il est complètement interdit de naviguer aux alentours des îles Kuriat (12 miles nautiques), cependant cette interdiction qui est couramment et constamment bravée.

À l'issue de notre étude, il nous a été possible de délimiter les zones les plus fréquentées pour l'ancrage des bateaux de pêche illustrées par la carte ci-dessous :



**Figure 20** : Zones les plus fréquentées à l'ancrage par les bateaux de pêche

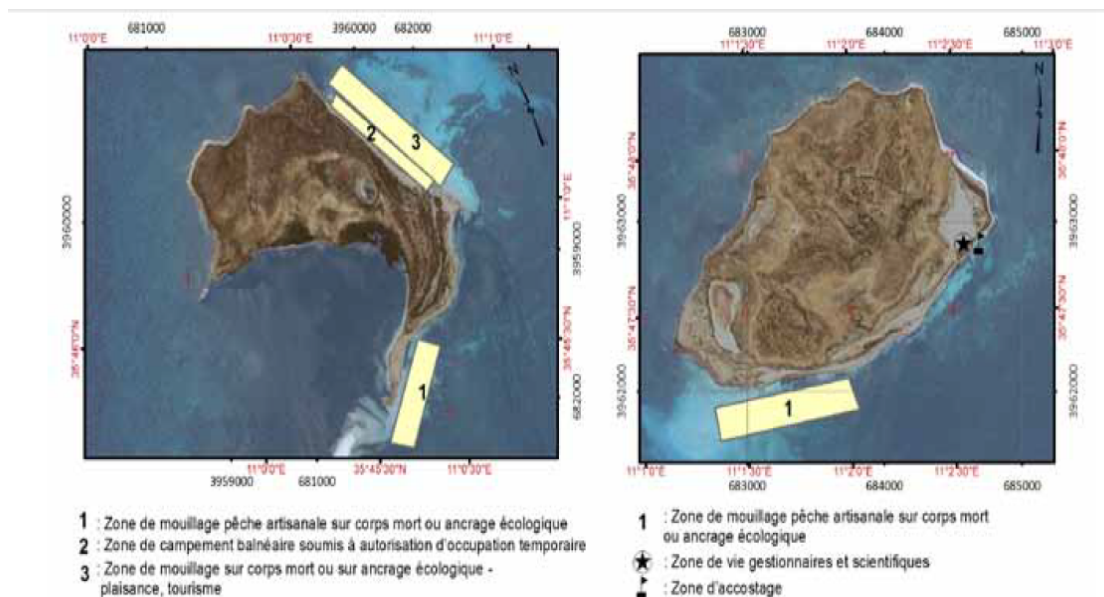


Pour la grande Kuriat, trois zones ont pu être identifiées : une zone autour de l'ancien port, une zone autour du quai et une troisième zone située au Nord de l'île. Pour la petite Kuriat, une seule zone a été identifiée située au Nord-Est. Nous avons également pu localiser l'emplacement des hauts fonds autour des îles Kuriat en se basant sur les sorties en terrain ainsi que les images satellites.



**Figure 21 :** Localisation des hauts fonds autour des îles Kuriat

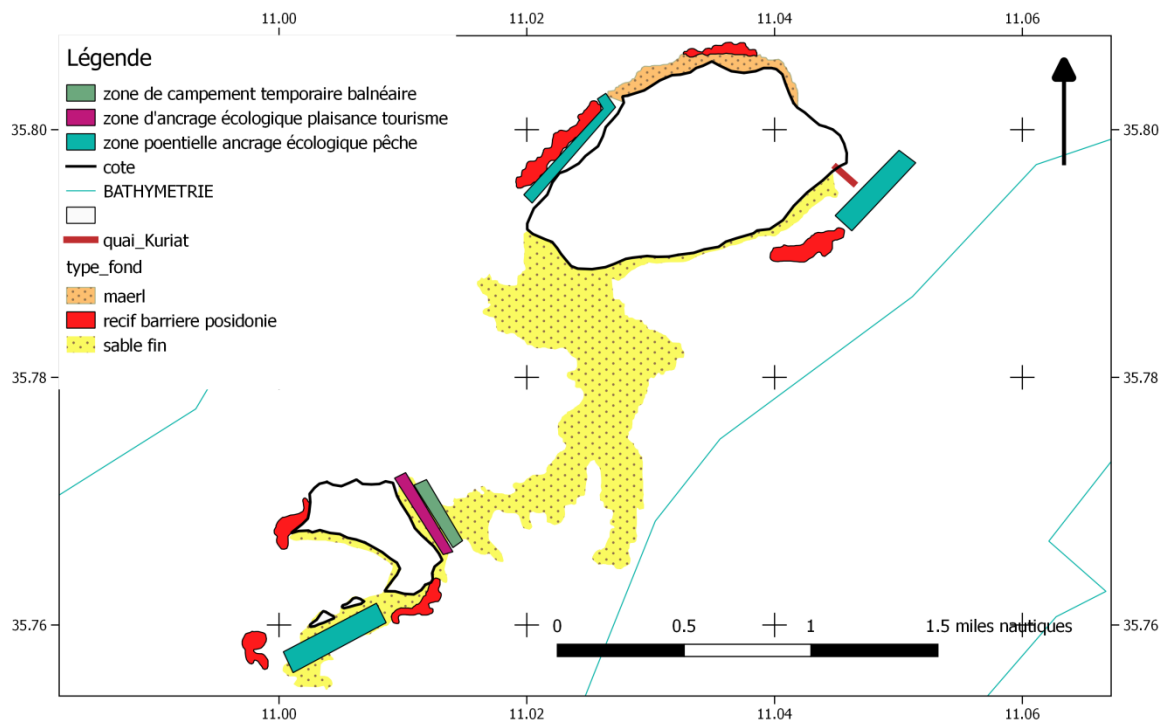
En éliminant les zones des hauts fonds et les zones d'habitats à protection obligatoire, et en ajoutant les zones d'ampleur d'ancrage des bateaux de pêche, les zones adéquates d'ancrage écologique ont pu être délimitées. Des zones de mouillage écologique ont été par ailleurs définies dans le plan de gestion des îles Kuriat élaboré par le CAP/ ASP et l'APAL (Figure 22).



**Figure 22 :** Localisation des zones de mouillage écologique (CAR/ ASP, 2015)

En se basant sur les différentes cartes, on remarque que les zones choisies dans notre étude autour de la petite île coïncident avec nos résultats puisqu' il a été montré que la zone d'ampleur à l'ancrage des bateaux de pêche correspond à une zone préférentielle à la pêche au filet trémail. En revanche, ce n'est pas le cas pour la grande Kuriat, la zone 1 destinée à l'ancrage écologique autour de la grande Kuriat n'est pas favorable car il s'agit d'une part d'un haut fond et d'autre part d'une zone très ventée en hiver par les vents du Nord et Nord-ouest d'après les pêcheurs. Par ailleurs, les zones favorables à l'ancrage écologique des bateaux de pêche sont donc: une zone près de l'ancien port et une autre près du quai.

Au final nous avons pu délimiter les zones potentielles à l'ancrage écologique des différentes unités d'embarcation comme suit :



**Figure 23 :** Localisation des zones d'ancrage écologique (NGB-CEPF, 2016)

## 10 Mécanisme de résolution des différends:

Les participants aux réunions seront informés, lors des réunions qu'ils peuvent émettre des objections ou des protestations par rapport au processus. Il leur sera demandé de rapporter ces protestations directement ou par écrit au responsable du projet qui devrait résoudre directement avec le plaignant.

Une affichette présentant le mécanisme de résolution des différends sera postée publiquement au siège de NGB sur le port de Monastir, et indiquera en arabe et/ou français):

- Le nom et le contact téléphonique du Chef de Projet du NGB
- Le contact du représentant de l'Equipe Régionale de mise en œuvre et du directeur de subvention, qui pourra être contacté si aucune solution n'est trouvée localement
- Enfin, information que les plaignants peuvent s'adresser au directeur exécutif du CEPF ou au bureau local de la Banque mondiale.

Si les problèmes et les objections ne sont pas résolus, le responsable de projet concertera le secrétariat du CEPF afin de les informer et de trouver des solutions participatives avec tous les parties prenantes.

Le Directeur de Subvention du CEPF pour la Tunisie sera tenu informé des plaintes ou protestations dans un délai de trois semaines. Si le plaignant n'est pas satisfait, la réclamation sera transmise au directeur exécutif du CEPF à l'adresse [cepfexecutive@conservation.org](mailto:cepfexecutive@conservation.org) ou par courrier à:

Critical Ecosystem Partnership Fund, Conservation International,

Attn: Executive Director,

2011 Crystal Drive, Suite 500,

Arlington, VA 22202,

USA.

Le CEPF répondra dans un délai de 15 jour calendrier après réception et les réclamations seront traitées et intégrées dans le processus de suivi du projet.

## **11 Suivi et reporting:**

Le responsable de projet rapportera chaque semestre, dans la partie "sauvegarde" du rapport d'activité, les informations relatives à la mise en œuvre des mouillage écologiques et des doléances éventuellement reçues.