

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/348382745>

Implementation of the national program for the monitoring of non-indigenous species in Monastir Bay, Tunisia. "Mise en oeuvre du programme national pour la surveillance des espèces..."

Thesis · December 2018

CITATIONS

0

READS

818

3 authors:



Sahar Chebaane

University of Lisbon

23 PUBLICATIONS 71 CITATIONS

SEE PROFILE



Yassine Ramzi Sghaier

Regional Activity Centre for Specially Protected Areas (RAC/SPA)

68 PUBLICATIONS 887 CITATIONS

SEE PROFILE



Adnen Kacem

Bioressources: Biologie Intégrative et Valorisation

36 PUBLICATIONS 744 CITATIONS

SEE PROFILE

République Tunisienne

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la
Recherche Scientifique



Université de Sfax

Faculté des Sciences de Sfax

Département des Sciences de la Vie

Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme de

MASTERE DE RECHERCHE

En Biodiversité des Ecosystèmes Aquatiques



Mise en œuvre du programme national pour la surveillance des espèces non indigènes dans la Baie de Monastir, Tunisie



Elaboré par

Sahar CHEBAANE



Soutenu le 28 / 12 /2018 Devant le Jury composé de :

Président : Lassad **NEIFAR**

Examineur : Mohamed Nejmeddine **BRADAI**

Encadrant : Adnen **KACEM**

Co-Encadrant : Yassine Ramzi **SGHAIER**

Année Universitaire 2018– 2019

Remerciements

Je tiens à remercier d'abord, mes deux directeurs de Mastère, **Dr. SGHAIER Yassine Ramzi et Pr KACEM Adnen**, pour leurs conseils précieux, Je tiens à leur exprimer ma profonde reconnaissance pour m'avoir prodigué leurs conseils techniques et pour leur soutien scientifique et le président de jury **Pr NEIFAR Lassad** et le rapporteur **Pr BRADAI Mohamed Nejmeddine**, pour avoir pris la lourde tâche d'évaluer ce travail.

Les travaux de terrain ont été réalisables grâce à l'aide de nombreuses personnes.

Je tiens à remercier le plongeur scientifique **DORI Sahbi**, pour son soutien, sa mobilité et flexibilité aux conditions de terrain.

Je remercie vivement **Pr ACHOUR lotfi**, Directeur du laboratoire BIOLIVAL car il m'a ouvert les portes de son laboratoire. Mille merci monsieur.

Les sorties de terrain à KURIAT Ont été rendues possibles avec l'association Notre Grand Bleu

Je remercie également toutes les personnes qui ont assuré la sécurité à bord.

Je suis également bien reconnaissante à mes collègues Du laboratoire **BIOLIVAL** et de **L'association Notre Grand Bleu** (l'Unité de gestion de Kuriat), pour leurs encouragements continus. Cela compte énormément pour moi.

Je remercie également **Mr le directeur de la police des frontières et des étrangers** à Cap Marina.

Je remercie vivement aussi **Pr. RAMOS Alfonso** (Centre de Recherche Marine de l'Université d'Alicante, Espagne) – **Pr. TRAINITO Egidio** (expert indépendant Italien) – **Madame ZAKHAMA Rym** (Institut Supérieur de Biotechnologie de Sidi Thabet) pour leur aide et surtout leur réponse rapide.

Je remercie aussi mes amis A.Garbi, Dr. N. Mosbahi, M. Grassa et M. El younsi ainsi que toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin au bon déroulement de ce Mastère !

Le fruit de travail est tel qu'on a envie de le dédier fièrement à ma petite famille, **mon père et ma mère**. C'est grâce à votre confiance, votre dévouement et votre patience que je suis là.

Ce travail a bénéficié de l'appui du Centre d'Activités Régionales pour les Aires Spécialement Protégées du Plan d'Action pour la Méditerranée à travers le projet "Appui à la gestion de l'Aire Marine et Côtière Protégée des Îles Kuriat" en partenariat avec l'Agence de Protection et d'Aménagement du Littoral (APAL) et l'association Notre Grand Bleu (NGB) avec le soutien financièrement par la fondation MAVA.

Table des matières

I.	CONTEXTE DE L'ETUDE.....	1
II.	SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE	4
1.1	Espèces cryptogéniques.....	4
1.2	Zone réservoir d'espèces non-indigènes.....	4
1.3	Zone à risques.....	5
1.4	Zone sensible aux « bio-pollutions ».....	5
1.5	Corridor d'introduction	5
1.6	Le chemin d'invasion primaire (CH.P)	5
1.7	Le chemin d'invasion secondaire (CH.S).....	6
2.	Les vecteurs d'introduction des espèces non indigènes	6
2.1	Transport Maritime.....	6
2.2	Introductions liées à l'aquaculture.....	7
2.3	Relâches en provenance d'aquarium.....	7
3.	Mécanismes d'invasions biologiques	8
4.	Impacts	8
4.1	Impacts écologiques	8
4.2	Impacts économiques	9
4.3	Impacts sur la santé publique	9
5.	Les Facteurs d'introduction.....	10

6.	L'invasion biologique en Méditerranée.....	10
7.	L'invasion biologique en Tunisie.....	11
8.	Baie de Monastir.....	12
8.1	Les îles Kuriat	13
III.	MATERIEL ET METHODES	15
1.	Les zones d'études.....	15
1.1	Les zones à risques	15
1.2	La zone sensible	17
2.	Méthodes et Matériels d'observation	23
2.1	Rapid Assessment Survey (RAS).....	23
2.2	Méthode de relevés visuels sous-marins	24
2.3	Science citoyenne	25
3.	Identification des espèces.....	29
4.	Cartographie des chemins d'invasion.....	29
IV.	RESULTATS	30
1	Les zones à risques dans la Baie de Monastir	30
2	Evaluation des Espèces Non Indigènes dans la Baie de Monastir.....	30
3	Science citoyenne	35
4	Analyse de la tendance de l'abondance.....	40
5	Occurrence temporelle.....	41
6	Les Voies d'introduction des ENI	43
6.1	Le Chemin primaire.....	43
6.2	Le chemin secondaire	45

7	Proposition d'un programme dédié au suivi et la gestion des espèces non-indigènes dans la Baie de Monastir.....	46
8	Les signalisations en Tunisie.....	50
V.	DISCUSSION	54
VI.	CONCLUSIONS ET PRESPECTIVES	59
VII.	REFERENCES.....	62

Liste des Figures

figure 1 : le nombre d'espèces non indigènes marines par groupe taxonomique dans les quatre sous mers méditerranée : mer méditerranée orientale, occidentale, centrale et mer adriatique (version modifiée de zenetos et al. 2012).	11
figure 2 : carte géographique et bathymétrique de la baie de monastir.....	12
figure 3 : les zones à risques étudiées le long de la côte du gouvernorat de monastir	15

figure 4 : les principales biocénoses benthiques autour des îles kariat (jusqu'à 26m de profondeur)	18
figure 5 : posidonia oceanica.....	18
figure 6 : les récifs barrières à posidonia oceanica à kariat	19
figure 7 : la pelouse à cymodocea nodosa.....	19
figure 8 : les fonds à maërl	20
figure 9 : carte d'habitats des fonds marins de la grande kariat avec les transects d'observation	21
figure 10 : carte d'habitats des fonds marins de la petite kariat avec les transects d'observation	22
figure 11 : prélèvement d'échantillons dans les ports ;.....	23
figure 12 : le lieu de prélèvement dans les fermes aquacoles	24
figure 14 : utilisation d'un signal floatant pour la sécurité (petite kariat)	25
figure 13 : la méthode de relevés visuels sous-marins, prendre des notes sur la présence d'une espèce non indigène (grande kariat).	25
figure 16: conservation des échantillons	25
figure 15 : collecte des échantillons à la petite kariat	25
figure 17 : les enquêtes avec les pêcheurs,.....	26
figure 18 : participation à l'atelier sur la gestion des espèces envahissantes marines dans les aires marines protégées	27
figure 19 : sensibilisation sur l'île kariat.....	28
figure 20: sensibilisation dans une école avec l'association ngb	28
figure 21 : formation pour les jeunes de l'association notre grand bleu	28
figure 22 : les zones à risques dans le baie de monastir	30
figure 23 : origine des espèces non indigènes observées au niveau de la baie de monastir.....	35

figure 24 : composition des espèces non indigènes enregistrées lors de l'enquête réalisée dans les ports de pêche de bekalta et teboulba.	36
figure 25 : la répartition des espèces dans différentes zones d'étude avec : ba :bekalta, te : teboulba, sa : sayada, ks: ksibet el madiouni, mo: monastir, : cap marina, ha: hanchia fish, pr: prima fish, ku p: la petite kuriat, ku g: la grande kuriat	40
figure 26 : occurrence temporelle des eni dans la baie de monastir.....	43
figure 27 : chemins d'invasion primaire des eni vers la marina cap monastir (données de 2018).	44
figure 28 : les chemins d'invasion secondaire des eni à partir de marina cap dans la baie de monastir (données de 2018).	45
figure 29 : la colonie de s. brakenhielmi (cap marina, monastir) 2018.....	50
figure 30: observation sous loupe de l'ascidie s. brakenhielmi avec la présence de deux siphons sur un zoïde.....	51
figure 31: paraleucilla magna observée dans la marina de monastir en 2018.....	52
figure 32: les spicules de paraleucilla magna.....	53

Liste des Tableaux

Tableau 1 Type, Position Géographique, Date D'exploitation, Nombre d'embarcations fonctionnelles, Nombre de pêcheurs et surface du bassin des 6 ports étudiés.....	16
Tableau 2 : Les fermes aquacoles étudiées dans la Baie de Monastir.....	17
Tableau 3: Liste des Espèces Non Indigènes retrouvées dans les différentes zone de la Baie de Monastir et leur date de premier enregistrement en Tunisie avec: PA : les ports de pêches, Be : Bekalta, Te : Teboulba, Sa : Sayada, Ks : Ksibet El Madiouni, Mo : Monastir, MAR : Marina, le port de plaisance, CMA : Cap Marina, FA : Les fermes d'aquacultures, Ha : Hanchia Fish, Pr : Prima Fish, IK : les îles de Kuriat, Ku P : La petite Kuriat, Ku G : La Grande Kuriat, OI : Océan Indien, Mr : Mer Rouge, Ci : Circumtropical, IP : Indo-Pacifique, P :Pacifique, Ca : Carabine, Au : Australie, NOP : Nord-Ouest Pacifique, Cal : Californie, OA : Ouest Atlantique, NEP : Nord-Est Pacifique et *= premier enregistrement pour la Tunisie dans cette étude.	32
Tableau 4 : Les résultats de l'enquête avec les pêcheurs dans deux ports de pêche de Bekalta et Teboulba en 2018.....	37
Tableau 5: Liste des espèces non indigènes signalées dans la Baie de Monastir avec leur Date du premier enregistrement (DPE) et leur lieu de signalisation dans la Baie de Monastir.(LS).....	42
Tableau 6 : Le nombre des bateaux et leur lieu d'arrivage (données 2018)	44
Tableau 7: Proposition d'un programme dédié à la gestion des espèces non-indigènes dans la Baie de Monastir	46
Tableau 8: Proposition d'un programme dédié à la suivie des espèces non-indigènes dans la Baie de Monastir	49

I. CONTEXTE DE L'ETUDE

Bien que la Méditerranée ne représente que 0,82% de la surface des océans, elle constitue l'un des réservoirs majeurs de la biodiversité marine et côtière. Plus de 8 500 espèces animales macroscopiques ont été recensées représentant 4 à 18% de la biodiversité mondiale (Bianchi et Morri 2000).

Étant pratiquement une mer fermée, la Méditerranée est la mer la plus menacée au monde par la surpêche, le réchauffement climatique mais également par l'introduction des espèces invasives qui perturbent l'équilibre de la faune et de la flore, lesquelles sont considérées comme l'une des principales causes de la perte de la biodiversité en Méditerranée (Coll et al. 2010).

Ces espèces invasives modifient potentiellement tous les aspects des écosystèmes marins et des autres écosystèmes aquatiques. Elles représentent un problème grandissant étant donné leur taux d'introduction sans précédent et leur impact inattendu et nocif sur l'environnement, l'économie et la santé humaine (Zenetos et al. 2010).

Environ 700 espèces non indigènes ont été dénombrées à ce jour en Méditerranée (Galil et al. 2017). Ces espèces sont rentrées en Méditerranée soit par le détroit de Gibraltar, soit par le canal de Suez c'est la migration Lessepsienne. La principale cause de ces introductions est le transport maritime (Galil et al. 2017).

La Tunisie, de par sa position stratégique en Méditerranée, charnière entre les deux bassins levantin et occidental, se trouve fortement concernée par le phénomène de bio-invasion.

Depuis l'époque romaine jusqu'à nos jours, les différentes civilisations qui se sont installées dans la Baie de Monastir ont relevé le potentiel halieutique existant et ont axé une partie de leur développement économique sur l'exploitation des ressources marines.

Au large de la côte de Monastir, l'archipel des îles Kuriat représente une future réserve naturelle notamment une aire marine et côtière protégée en Tunisie. Il est considéré comme principale aire de nidification de la tortue caouanne *Caretta caretta* en Tunisie, aussi il se caractérise par des écosystèmes très variés, tant à terre qu'en mer.

De ce fait, les îles Kuriat représentent une zone méditerranéenne à haut intérêt biologique, écologique et biogéographique. Malgré cela, ces îles sont confrontées à des problèmes, comme le manque de prise de conscience et de compréhension des impacts causés par les espèces envahissantes, à cause de la rareté des informations sur les meilleures pratiques en matière de gestion, une insuffisance de directives, de données de base et de personnel local qualifié pour identifier et recueillir des informations sur ces introductions.

En juillet 2017, le Ministère des Affaires Locales et de l'Environnement avec le soutien du Centre d'Activités Régionales pour les Aires Spécialement Protégées a mis en place un programme national de surveillance pour la biodiversité et les espèces non indigènes en Tunisie conformément aux recommandations du programme régional d'évaluation et de surveillance intégrées de la mer et des côtes méditerranéennes et des critères d'évaluation connexes (IMAP). Ce programme national de surveillance permettra d'évaluer le degré de dégradation ou de changement dans l'écosystème marin et côtier en Tunisie et apportera des informations précieuses aux décideurs.

Dans le programme de surveillance, un chapitre a été dédié aux espèces non indigènes. Le recensement des espèces non indigènes et leur abondance, leur localisation et leur extension spatiale principalement dans les zones à risques et secondairement les zones sensibles sont un des indicateurs à suivre. De plus, cinq zones ont été sélectionnées par la Tunisie pour être surveillées dans le cadre de l'IMAP qui sont :

- Les futures aires marines et côtières protégées du Parc National de Zembra et Zembretta et de l'archipel des îles Kuriat.
- L'archipel de Kerkennah, le Golfe de Tunis et la zone située au Nord - Ouest du Golfe de Gabès (El Hicha, Akarit -Skhira).

De ce fait, il est nécessaire de réaliser un état des lieux concernant les espèces marines non indigènes présentes dans ces zones. C'est dans ce cadre que s'insère cette étude pour la première étape de la mise en œuvre du programme national pour la surveillance des espèces non indigènes dans la Baie de Monastir et l'archipel de Kuriat.

Les objectifs principaux de cette étude sont :

- La **localisation** des zones à risque de l'introduction des espèces non-indigènes dans la Baie de Monastir.

- La recherche et **l'identification** des espèces non indigènes dans les zones à risque et dans une zone sensible au niveau de la Baie de Monastir.
- L'analyse la tendance de l'abondance et l'occurrence temporelle, des espèces non indigènes, en particulier les espèces invasives non indigènes dans la Baie de Monastir.
- Proposer un protocole de suivi des espèces non indigènes invasives au gestionnaire de la future aire marine et côtière protégée des Iles Kuriat.

Le présent rapport comporte trois parties :

- Une étude bibliographique sur la situation des espèces non-indigènes au niveau de la Méditerranée en général et de la Tunisie en particulier ainsi que leurs vecteurs d'introduction.
- Une présentation de la méthodologie adoptée, du matériel utilisé et des sites d'échantillonnage (les zones à risques et le zone sensible).
- Les résultats et leur interprétation.

Ce stage s'est déroulé au sein du laboratoire de recherche LR14ES06 "Bioressources : Biologie Intégrative et Valorisation" BIOLIVAL en collaboration avec l'association Notre Grand Bleu (NGB).

II. SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

Afin de réaliser un état des lieux concernant les espèces marines non indigènes présentes dans la Baie de Monastir, il faut tout d'abord comprendre le processus des invasions biologiques et avoir une bonne compréhension des différents termes.

Charles Darwin évoqua un peu ce processus dès 1859 dans «De l'origine des espèces», mais ce n'est qu'en 1958 qu'un ouvrage y fut entièrement consacré, à savoir « The Ecology of Invasions by animals and plants » de Charles Elton. Ce dernier y décrivait les invasions biologiques «comme l'arrivée d'organismes transportés vers un lieu nouveau et lointain, où leurs descendants prolifèrent, se propagent et persistent» (Elton, 1958).

Plusieurs définitions existent envers les espèces opérant des invasions biologiques. Vient tout d'abord la notion **d'espèces non indigènes** ou « Alien species ». Plusieurs termes y sont rassemblés, à savoir : allochtone, allogène, exogène, exotique. Ces dénominations s'emploient pour des espèces non indigènes d'une région et qui ont été **introduites** dans cette région par des activités humaines (Occhipinti-ambrogi et Galil 2004; Otero et al. 2013). Dans un autre cas, une espèce non indigène dont la pérennité des populations sera le fait d'une adaptation au milieu naturel conquit sera nommée « **espèce non indigène naturalisée ou établie** » (Pascal et al, 2003). En effet, une fois qu'une espèce est naturalisée (pérenne du fait de sa reproduction en nature), elle va pouvoir s'accroître en terme d'effectif et de répartition. L'espèce va alors revêtir un caractère envahissant ou « **invasif** » en entraînant des changements de compositions, de structures et/ou de fonctionnement des écosystèmes, donc l'espèce sera nommée « **espèce invasive** » (Muller2004 ; Streftaris et Zenetos 2006).

1.1 Espèces cryptogéniques

Les espèces dont on peut difficilement préciser si elles sont indigènes ou introduites (Carlton 1996).

1.2 Zone réservoir d'espèces non-indigènes

Secteur géographique abritant une ou plusieurs espèces non-indigènes établies (ou récurrentes pour le plancton) (Michelle et Carla 1998), susceptibles d'être transportées par un vecteur, provoquant ainsi une propagation secondaire.

Exemple; en Atlantique, les bancs de crépidules disséminées par des rejets de pêche aux arts traïnants ; en Méditerranée, les étang de Thau pour de nombreuses espèces, herbiers de caulerpe disséminées par les ancrs des navires au mouillage, etc... (Otero et al. 2013).

1.3 Zone à risques

Secteur géographique défini dans lequel la pression de propagation (due aux flux de vecteurs) est forte et donc le risque d'introduction est élevé (ex : ports de commerce, militaires et de plaisance, cultures marines, etc.) (Deferrari et al. 1994 ; Tabacchi et al. 1996)).

1.4 Zone sensible aux « bio-pollutions »

Secteur géographique abritant une biodiversité particulière ou remarquable (habitats/espèces rares ou en déclin, endémiques, patrimoniaux) ou dont les caractéristiques géographiques ou écologiques sont très sensibles et particulièrement menacées à une bio-pollution (ex : îles océaniques, lagunes, zones soumises à de fortes pressions, etc.).

Il convient de limiter au maximum les risques d'introduction d'espèces non indigènes sur ces zones et veiller particulièrement à y prendre des mesures d'alertes précoces en cas d'introduction constatée (Nouri et al. 2007).

1.5 Corridor d'introduction

Le corridor d'introduction est le chemin que prend une espèce exotique pour entrer ou se disperser dans un écosystème. Chaque corridor comprend plusieurs vecteurs.

Un vecteur est un mécanisme de transfert physique permettant le transport d'espèces d'une zone géographique à une autre.

Plusieurs vecteurs d'introduction peuvent être impliqués dans une introduction, au sein d'un seul et même corridor. Par exemple la navigation (le corridor) inclue plusieurs vecteurs tels que : les eaux de ballasts, les bio-salissures présentes sur la coque, la chaîne de l'ancre, etc... (Minchin et al. 2009).

1.6 Le chemin d'invasion primaire (CH.P)

Les chemins d'invasions primaires se rapportent aux vecteurs et chemins qui font bouger les espèces vers de nouvelles régions ou provinces à travers des barrières océaniques, des

masses de terre ou des barrières climatiques (c'est à dire trans-océaniques et chemin intercontinental d'invasions) (Papacostas et al. 2017).

1.7 Le chemin d'invasion secondaire (CH.S)

Les chemins d'invasion secondaires incluent toutes les activités et les situations à l'intérieur d'une région qui peuvent faciliter la prolifération locale d'une espèce aquatique envahissante après que sa population fondatrice se soit installée (Papacostas et al. 2017).

2. Les vecteurs d'introduction des espèces non indigènes

Les vecteurs d'introductions sont très nombreuses mais liées la plupart du temps aux activités humaines (Boudouresque et Verlaque 2002). La présente section décrira les principales voies d'entrée des espèces invasives et intègre les nouveaux habitats. Ceux-ci peuvent être introduits intentionnellement ou accidentellement (Perrings et al. 2005).

2.1 Transport Maritime

Actuellement, la mer Méditerranée est la route principale du transport maritime en fonction de son importance géographique (un centre des trois continents du monde, Asie, Afrique, Europe), pour cela le trafic maritime dans cette mer est dense, et menace cet espace vulnérable.

Les navires peuvent transporter des espèces non indigènes à la fois sur la surface extérieure de la coque et à l'intérieur du navire dans des ballasts solides ou à eau. Les algues, les éponges, les moules et d'autres espèces d'encrassement peuvent s'attacher directement aux coques des navires, tandis que des espèces mobiles peuvent être présentes parmi eux (UNEP/MAP/RAC/SPA 2008).

L'augmentation rapide du commerce et des voyages maritimes signifie que nous sommes désormais capables de déplacer plus d'organismes en un mois dans le monde entier (dans l'eau de ballast des bateaux) que nous ne le faisons jadis en un siècle. Le commerce de marchandises est l'un des principaux vecteurs de transport d'espèces aquatiques non indigènes autour du monde (Perrings et al. 2005).

a. Eau de Ballast

L'eau est pompée à l'intérieur des réservoirs de ballast d'un navire afin de contrôler sa stabilité et son assiette de même que pour limiter les contraintes exercées sur la coque.

Diverses communautés de plancton, présentes dans l'eau, sont pompées par inadvertance dans les réservoirs de ballast en même temps que l'eau.

Rendus au port, les sédiments et les organismes présents dans les réservoirs peuvent se retrouver en suspension dans l'eau de ballast à la suite d'activités de transport. L'eau de ballast pourra ensuite être transportée vers un nouveau port, puis déversée, créant ainsi une occasion de rejet d'espèces non indigènes (MPO 2012).

b. Les canaux

De plus, le détroit de Gibraltar, voie d'accès en Méditerranée bien connue, l'ouverture du canal de Suez en 1869 a favorisé au fil des ans l'introduction dans le bassin oriental d'espèces exotiques originaires du bassin indopacifique et de la mer Rouge (Zenetos et al. 2012).

2.2 Introductions liées à l'aquaculture

Le cas le plus représentatif est celui de l'huître japonaise *Crassostrea gigas*. Originnaire du Pacifique, elle a d'abord été introduite, probablement accidentellement, sur les côtes atlantiques de la France, d'Espagne, du Portugal et du Maroc par les navires portugais au XVIe ou au XVIIe siècle (Galil 2009).

Par la suite, elle fut volontairement importée du Portugal en France, et notamment en Méditerranée pour les besoins de l'ostréiculture. A la suite d'épidémies virales qui ont décimé les stocks d'origine portugaise en 1966 et 1970, les parcs ostréicoles de l'étang de Thau ont été relancés grâce à des importations directes du Japon (Comps et Duthoit 1976).

Une pléthore d'algues a été introduite avec les stocks d'huîtres d'Asie de l'Est : *Laminaria japonica*, *Sargassum muticum* et *Undaria pinnatifida* ont ainsi été importées en Méditerranée par négligence. La crépidule *Crepidula fornicata*, une espèce de mollusque envahissante de la côte atlantique européenne et de la mer du Nord, est également supposée avoir été introduite avec l'ostréiculture. Deux parasites de l'huître, *Mytilicola orientalis* et *Myicola ostreae*, sont arrivés avec leur hôte, mais sont en mesure de se fixer sur d'autres espèces hôtes de Méditerranée (UNEP/MAP/RAC/SPA 2008).

2.3 Relâches en provenance d'aquarium

La libération intentionnelle ou accidentelle d'animaux d'aquarium par des individus ou des aquariums publics. Ceci signifie souvent la libération des espèces non-indigènes de façon directe, par les voies d'eaux naturelles, ou indirecte, par les drainages et les réseaux d'égouts.

C'est le cas de l'algue verte *Caulerpa taxifolia*, qui a été introduite accidentellement par l'aquarium de Monaco en 1984 (Pavan 2008).

3. Mécanismes d'invasions biologiques

Le concept d'invasion biologique couvre désormais l'ensemble des mécanismes, depuis l'introduction d'une espèce jusqu'à l'invasion proprement dite. Ces mécanismes ont été regroupés dans un modèle conceptuel proposé par (Papacostas et al. 2017) :

Il y a quatre phases principales dans le procédé d'invasion :

Phase 01 : Le transport : les vecteurs d'introduction depuis la partie d'origine vers la partie d'accueil (CH.P), sont sous influence anthropique directe (consciente ou non).

Phase 02 : L'introduction : l'introduction dans un système dit naturel par une espèce étrangère peut se faire directement (introduction intentionnelle) ou par le biais d'un vecteur secondaire de migration. L'espèce est introduite dans un milieu anthropisé (CH.P.) puis colonise le milieu dit naturel (CH.S.).

Phase 03 : L'établissement : l'installation ou l'établissement d'une espèce dans une communauté naturelle découle des conditions abiotiques ambiantes et des propriétés intrinsèques à l'espèce ainsi que de la « capacité d'accueil » de la communauté «contaminée».

Phase 04 : L'invasion : l'espèce envahissante est capable d'occuper d'autres communautés et migre même vers d'autres types d'écosystèmes.

4. Impacts

Les impacts provoqués par les espèces marines envahissantes sont très variables et comprennent les impacts suivants :

4.1 Impacts écologiques

Les espèces introduites sont actuellement considérées comme la deuxième cause d'extinction d'espèces, derrière la dégradation des habitats. L'impact écologique d'une espèce invasive peut être quantifié par le produit de l'aire d'extension de l'espèce invasive, de sa densité (abondance surfacique) et de l'impact écologique par individu (ou par unité de biomasse) de l'espèce invasive.

Cet effet individuel, difficile à estimer, est mesuré à plusieurs niveaux (Parker et al. 1999): effets génétiques (hybridation), effets démographiques sur la dynamique des populations (taux de mortalité, taux de croissance, abondance), effet sur la communauté (richesse spécifique, structure du réseau d'interactions), effets sur le fonctionnement de l'écosystème (disponibilité en nutriments, productivité primaire).

L'estimation de la contribution des espèces invasives aux taux actuels d'extinctions d'espèces passe par l'évaluation de l'effet des espèces invasives sur les extinctions locales à l'échelle des populations (Otero et al. 2013).

4.2 Impacts économiques

Les invasions biologiques peuvent ainsi avoir des impacts économiques variés, par exemple, l'interférence avec les ressources biologiques qui sont à la base de la pêche et la mariculture (exemple : quand les stocks de poissons ou de mollusques s'effondrent, ou lorsqu'une mariculture est affectée par des espèces invasives ou des agents pathogènes). Il y a aussi l'interférence avec les activités de pêche (exemple : encrassement ou déchirement des filets) (Poorter 2006).

D'autre part, Les animaux et végétaux qui se fixent sur les parties immergées des bateaux (fouling) posent une action mécanique ; en modifiant le profil hydrodynamique de la coque, ils augmentent les frottements, donc l'énergie nécessaire pour faire avancer le bateau. Or avec la hausse du prix du pétrole et les efforts entrepris pour réduire les émissions de gaz à effet de serre, tout ce qui peut entraîner une surconsommation de carburant est ciblé par les armateurs (Pavan 2008).

4.3 Impacts sur la santé publique

Les espèces non-indigènes peuvent constituer un danger pour la santé humaine, La méduse *Rhopilema nomadica* par exemple, entrée en Méditerranée dans les années 1970 par l'intermédiaire du canal de Suez, peut causer des brûlures douloureuses au baigneur malchanceux qui la rencontre.

Lors des phénomènes de prolifération de cette méduse, la fermeture des plages envahies est nécessaire (Galil 2012). Le mollusque *Conus textile*, ayant aussi pénétré la Méditerranée à travers le canal de Suez, possède quant à lui une piqûre dangereuse voire mortelle si la victime est un enfant (Boudouresque 2012).

Les eaux de ballast peuvent également être les vecteurs de nouveaux virus, de bactéries ou encore d'algues toxiques. En infestant les espèces locales de poissons, ces pathogènes non indigènes peuvent provoquer des intoxications alimentaires aux consommateurs de mollusques ou de poissons infectés.

L'algue dinophycée *Alexandrium catenella*, est responsable d'un grand nombre de cas d'intoxication et de décès suite à la consommation de coquillages infectés (Brosnahan et al. 2010).

5. Les Facteurs d'introduction

Les facteurs qui peuvent aider les espèces exotiques à s'établir dans de nouveaux habitats sont :

- La pression des propagules : la probabilité d'implantation des espèces exotiques augmente avec le nombre d'individus et la fréquence des introductions (Leung et al. 2004)
- Le manque d'ennemis naturels : le succès d'invasion peut être lié à l'absence d'ennemis naturels (parasites, prédateurs, compétiteurs) dans la communauté qu'elle envahit, ou à l'établissement de nouvelles interactions telles que la compétition directe (ou interférence) par allélopathie, auxquelles les espèces autochtones ne sont pas adaptées (Kennedy et al. 2002).

6. L'invasion biologique en Méditerranée

Deux inventaires des espèces exotiques marines en Méditerranée couvrant l'ensemble du bassin méditerranéen ont été publiés au cours de ces dernières années (Galil 2012; Zenetos et al. 2012).

L'inventaire de Galil (2012) comprend 660 espèces non indigènes multicellulaires en Méditerranée, mais sans inclure les espèces cryptogéniques. Les mollusques constituent le groupe dominant, en termes de richesse des espèces non indigènes, suivis des crustacés, des polychètes, des macrophytes et des poissons (Galil 2012).

Zenetos et al. (2012) ont rapporté un total de 986 espèces non indigènes et cryptogéniques en Méditerranée, tenant compte tant des espèces multicellulaires qu'unicellulaires. La grande majorité des espèces allochtones se situe en Méditerranée orientale (775 espèces) alors qu'un moindre nombre d'espèces a été signalé en Méditerranée occidentale (308 espèces) et centrale

(249 espèces), le nombre le plus faible se situant en mer Adriatique (190 espèces) (Zenetos et al. 2012) (Figure 1).

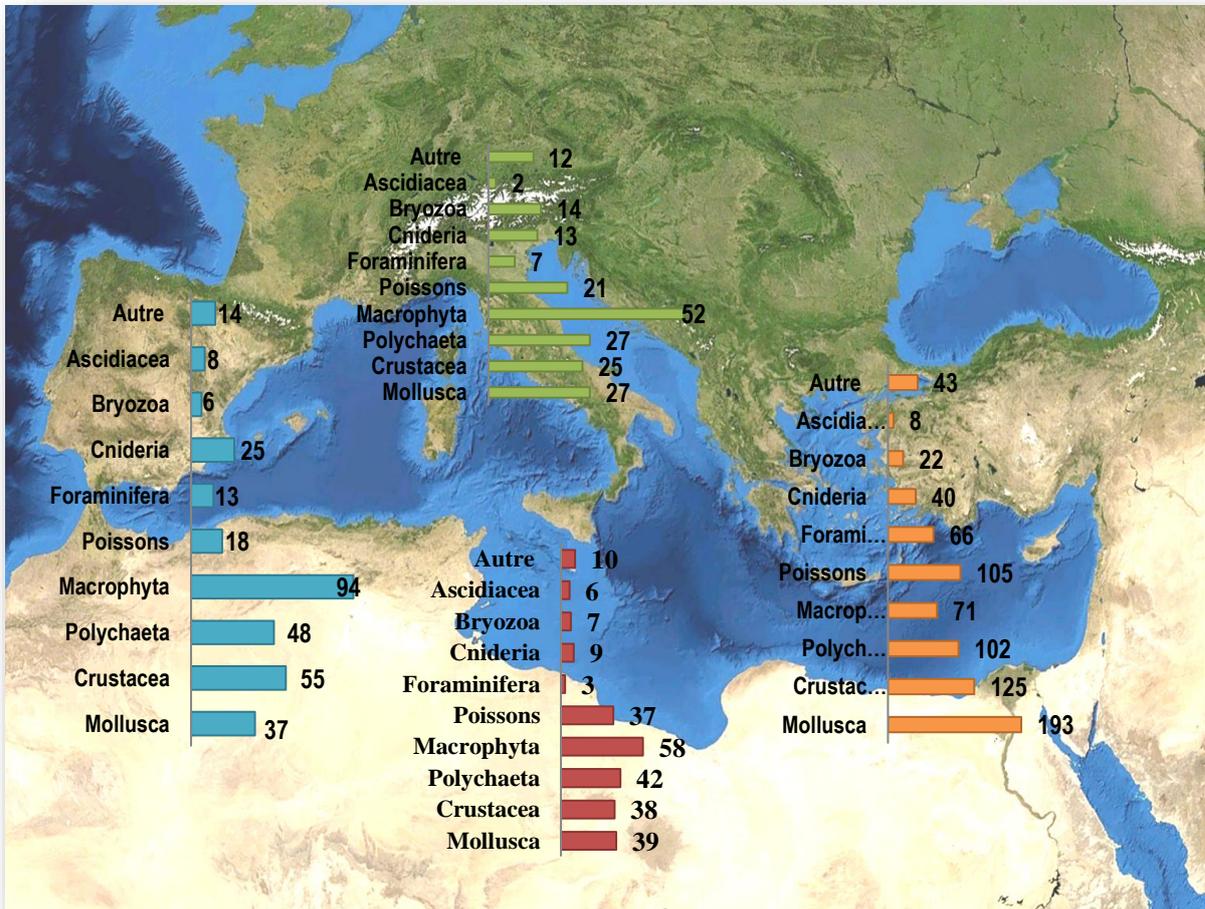


Figure 1 : Le nombre d'espèces non indigènes marines par groupe taxonomique dans les quatre sous mers Méditerranée : mer Méditerranée orientale, occidentale, centrale et mer Adriatique (version modifiée de Zenetos et al. 2012).

Le dernier inventaire fait par Galil et al. 2017 a montré qu'il existe 751 espèces non indigènes en méditerranée sans mentionner les espèces ou des groupes d'espèces.

7. L'invasion biologique en Tunisie

En Tunisie, le flux d'espèces invasives connaît une expansion sans précédent depuis les deux dernières décennies. En effet, les activités économiques et les impacts sur les écosystèmes et les espèces autochtones se font de plus en plus sentir, en particulier pour les taxons d'intérêt halieutique comme les Mollusques, les Crustacés Décapodes et les Poissons (Souissi 2015).

Les inventaires d'Amor et al. (2016) et Sghaier et al. (2016) ont rapporté un total de **163** espèces invasives en Tunisie, parmi lesquelles ont été trouvées **136** espèces non indigènes

de la faune appartenant aux taxons dominants constituant **23%** des mollusques et **25%** des crustacées. Pour la flore marine, **27** espèces non indigènes ont été répertoriées dont le taxon dominant est Rhodophyta **36%**.

8. Baie de Monastir

La Baie de Monastir appartient à la partie centrale de la côte Est du littoral tunisien, elle est située entre les latitudes 35°47'N et 35°37'N et entre les longitudes 10°45'E et 11°50'E. Elle est fermée au Nord par un escarpement rocheux de structure plissée, d'une altitude ne dépassant pas 17 m dit Cap Monastir, et fermée au Sud par le haut fond de Té Boulba qui se prolonge jusqu'aux îles Kuriat (Figure 2).

La Baie de Monastir s'étale sur 5 délégations abritant chacune un port de pêche (Bekalta – Té Boulba – Sayada – Ksibat El Madiouni- Monastir). Elle s'étend sur 64 km, de l'Oued Hamdoun à Bekalta. Elle se distingue par sa faible bathymétrie où la profondeur n'excède pas les 40 m. La carte bathymétrique¹ (Figure 2) montre au niveau la Baie de Monastir l'existence d'un haut fond dans sa partie sud-est : le Haut fond de Té Boulba, qui se prolonge vers les îles Kuriat. Ceci se traduit par une déclivité bathymétrique de la Baie de Monastir au niveau de sa direction nord-est.

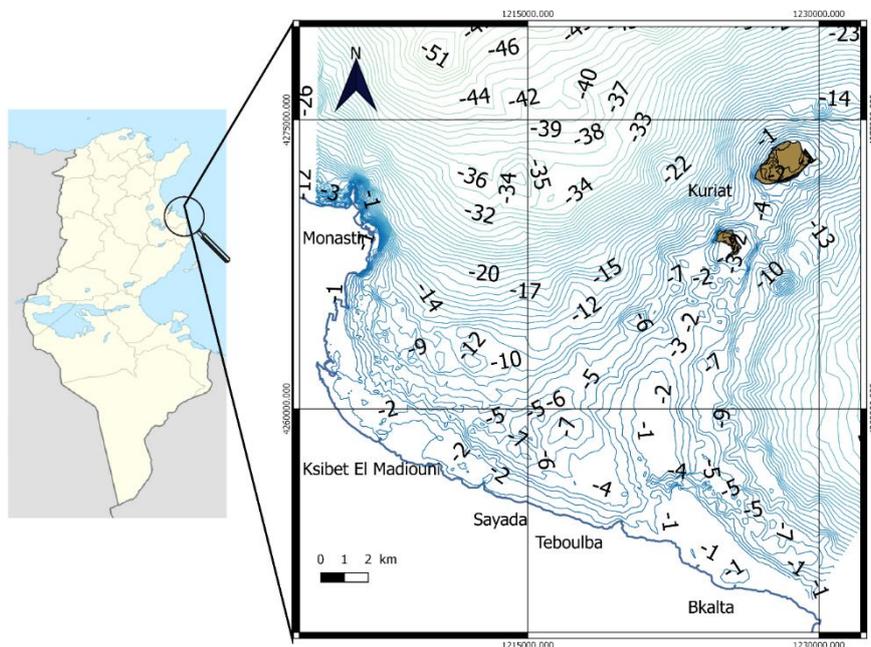


Figure 2 : Carte géographique et bathymétrique de la Baie de Monastir

¹ La donnée bathymétrique de la baie de Monastir fourni sous forme d'un fichier vecteur à partir d'une étude réalisée par le PNUE/PAM, CAR/ASP en 2014

La morphologie sous-marine des petits fonds du site est marquée, en général, par de petites pentes qui reflètent la topographie de l'arrière-pays.

Les fonds les plus proches de la côte sont généralement sablo-vaseux à vaseux et sont en grande partie recouverts d'une pellicule vaseuse noire, très souvent putride (Thétis 2014).

Le développement d'activités dans les zones côtières de la Baie de Monastir (industrie de pêche, aquaculture, tourisme, urbanisation...) a créé des opportunités économiques, mais il a aussi affecté le fonctionnement de l'écosystème :

- La destruction de la flore et de la faune benthiques pouvant être occasionnée par les mouillages forains (destruction par les ancres).
- La pisciculture intensive, du fait de la pollution organique qu'elle occasionne, si elle devait s'établir sur le site constituerait une grave menace à l'encontre des biocénoses et des paysages sous-marins.
- L'introduction de nouvelles espèces, ceci concerne pour l'essentiel des espèces invasives (Thétis 2014).

8.1 Les îles Kuriat

Les Iles Kuriat sont deux petits îlots distants de 2 Km, situées à proximité de Monastir. Les îles sont plates et basses (quelques mètres au-dessus du niveau de la mer). Au large de la partie nord et rocheuse des deux îles, des formations de maërl, à des profondeurs très faibles, sont considérées comme très rares et très vulnérables à l'échelle méditerranéenne. Ces îles constituent une escale migratoire pour une avifaune d'importance internationale, comme le goéland railleur, classé comme espèce vulnérable.

Elles constituent l'un des sites de nidification les plus occidentaux mais très menacés (fréquentation induite par la proximité de Monastir, le tourisme et par la pêche côtière) de la tortue Caouanne en Méditerranée, et de ce fait constitue un écosystème vulnérable (Bradai et al. 2004).

La petite Kuriat, de forme quasi-triangulaire sans relief significatif, est inhabitée. La plage sableuse, située au Nord-est, est d'environ 1000 mètres de long. Le reste des côtes est soit rocheux soit bordé de sebkhas. L'essentiel est constitué de terres plates et basses ne dépassent que rarement 0 m, couvert par une végétation principalement halophile et localement ligneuse. La petite île abrite des vestiges historiques.

La grande Kuriat est sensiblement de forme ovoïde. Le relief est dans son ensemble peu élevé (maximum de 4,2 mètres près du phare), mais il n'est pas uniforme dans tout son déploiement et cela tient à la nature des terrains qui le composent. La grande Kuriat comprend trois grandes sebkhas situées à l'Est, au Sud-ouest et à l'Ouest. Un phare et ses dépendances sont établis au Nord de l'île, ce phare a été construit en 1888 (Jribi, 1998). A côté du phare, un marabout "Sidi Sâad" fait l'objet de pèlerinages réguliers, il est surtout visité par les familles de la région. Bien que sous surveillance militaire, la grande Kuriat est également très fréquentée par les estivants et les pêcheurs (Sallemi 2010).

Bien que la zone dispose du statut de « zone sensible littorale » selon la loi du 6 juillet 2009 et offre un cadre juridique permettant l'établissement d'une AMP aux îles Kuriat, ces dernières sont sélectionnées pour bénéficier du statut d'Aire Protégée Marine et Côtière (APMC) par le programme national de création d'aires protégées marines et côtières en Tunisie. Malgré l'attention particulière adressée aux îles Kuriat par les institutions nationales et régionales dont le CAR/ASP, l'INSTM, le CEPF et la faculté des Sciences de Sfax ainsi que des ONGs, on remarque une absence notable des inventaires périodiques du capital biologique autour des îles Kuriat malgré son importance à l'échelle nationale et régionale.

Dans la Baie de Monastir et les îles Kuriat, tous les enregistrements d'espèces marines non indigènes sont issus de découvertes occasionnelles ou non occasionnelles, en conséquence, l'absence de base de données dans cette zone favorisée pour l'arrivage des espèces non indigènes invasives.

III. MATERIEL ET METHODES

Pour cette étude, deux types de zones dans la Baie de Monastir ont été prospectées : **les zones à risques** qui comprennent les ports de pêche, la Marina de Monastir, et les fermes aquacoles et **les zones sensibles** représentées par les îles Kuriat.

1. Les zones d'études

1.1 Les zones à risques

Dans cette étude, les données concernent les ports de pêche, la Marina et la position des fermes aquacoles de la Baie de Monastir ont été identifiées à l'aide du site Navionics ainsi que des documents fournis par l'APAL. La carte des zones à risques dans la Baie de Monastir est présentée dans la partie résultat.

a. Les Ports de pêches et de plaisance

Cinq ports de pêche et un port de plaisance ont été étudiés, entre mai et juin 2018, le long de la côte de Monastir. Il s'agit des ports de pêche de Bekalta, Teboulba, Sayada, Ksibet El Madiouni et Monastir, ainsi que le port de plaisance Cap Marina (Tableau1 et Figure 2).

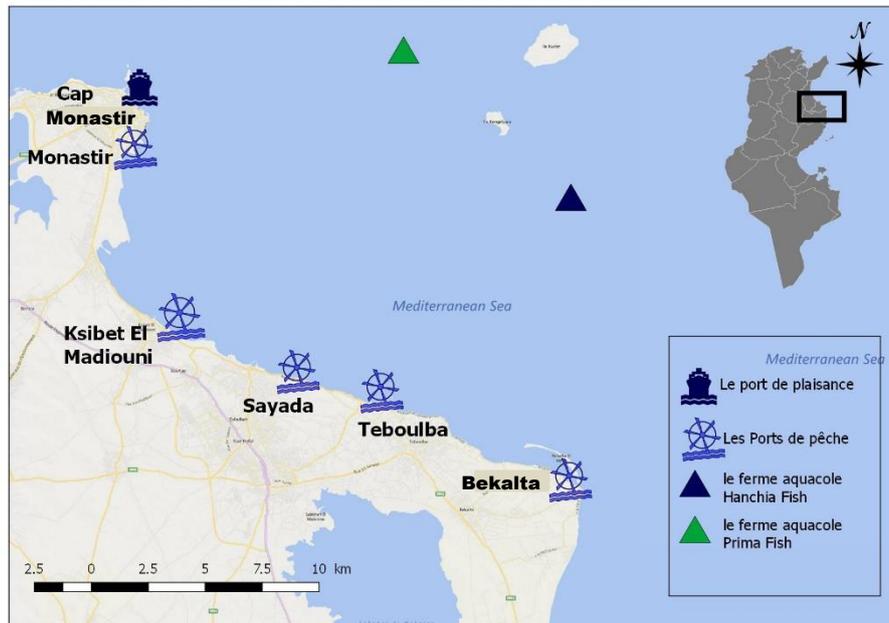


Figure 3 : les Zones à risques étudiées le long de la côte du gouvernorat de Monastir

Tableau 1 Type, Position Géographique, Date D'exploitation, Nombre d'embarcations fonctionnelles, Nombre de pêcheurs et surface du bassin des 6 ports étudiés.

	Port de pêche Bekalta	Port de pêche Teboulba	Port de pêche Sayada	Port de pêche Ksibet El Mediouni	Port de pêche Monastir	Port de plaisance Cap Marina
Date D'exploitation	1986	1970 avec extension en 2003	1965 avec extension en 2003	1996	1988	--
Position Géographique	35° 30' Nord et 11° 10' Est	35° 40' Nord et 10° 56' Est	35° 42' Nord et 10° 49' Est	35° 41' Nord et 10° 52' Est	35° 46' Nord et 10° 50' Est	35° 46'7'' Nord et 10° 50'1'' Est
Type	côtier	Hauturier	côtier	Site abris	Port Hauturier	Port d'escale, de passage, d'hivernage et de régates
Nombre d'embarcation fonctionnelle	33 : avec moteur 16 : sans moteur	218 : avec moteur 139 : sans moteur 66 : les lamparos 7 : les chalutiers 18 : les thoniers	135 : avec moteur 55 : sans moteur 14: les lamparos	20 : avec moteur 23 : sans moteur	178 : avec moteur 48 : sans moteur 1 : les chalutiers	400 bateaux (2007)
Nombre de pêcheur (2016)	161	2440	847	115	227	--
surface du bassin	2 ha	8,5 ha	4 ha	2 ha	8 ha	4 ha

b. Les fermes aquacoles

Le gouvernorat de Monastir dispose de plus de 440 hectares dédiés à l'aquaculture offshore pour un total de 11 fermes aquacoles en activité dans la Baie de Monastir. Elle est classée en premier rang en termes de superficie de concession d'élevage et du nombre des fermes aquacoles en Tunisie.

Dans cette étude, deux fermes aquacoles ont été étudiées, en Juin 2018 : Hanchia Fish et Prima Fish (Tableau 2, Figure 4). Les deux fermes ont été choisies selon plusieurs critères :

- Localisation des cages offshore de la ferme aquacole, Hanchia Fish est à l'EST des îles Kuriat (Teboulba) et Prima Fish est à l'OUEST des îles Kuriat (Monastir).
- Disponibilité d'accès au site : les plongeurs et les responsables des deux sociétés sont coopératifs.
- L'année de l'implantation des cages : les deux sociétés ont été créées entre 2010 et 2011.

Tableau 2 : Les fermes aquacoles étudiées dans la Baie de Monastir

Projet	Implantation	Date de création	Coordonnées	Distance des îles Kuriat
Hanchia Fish	Teboulba	2010	35°44'830"N 11°05'166"E	A 8 km du port de Teboulba et à 4 km de l'île de Kuriat (4 km de la Petite Kuriat)
Prima Fish	Monastir	2011	35°47'500"N 10°56'700"E	16 km de distance par rapport au Port de pêche de Teboulba et 10 km par rapport au Port de Monastir (3,5 km de la petite Kuriat)

1.2 La zone sensible

a. Les Îles Kuriat

Les îles Kuriat abritent des écosystèmes à la fois riches et fragiles, hébergeant une faune et une flore caractéristiques, dont plusieurs espèces sont rares, menacées et/ou endémiques.

Suite aux résultats des études de terrain menées dans les îles Kuriat entre 2008 et 2011 par l'APAL et CAR/ASP les principaux habitats sont listés ci-dessous et représentés par la carte suivante (Figure8) :

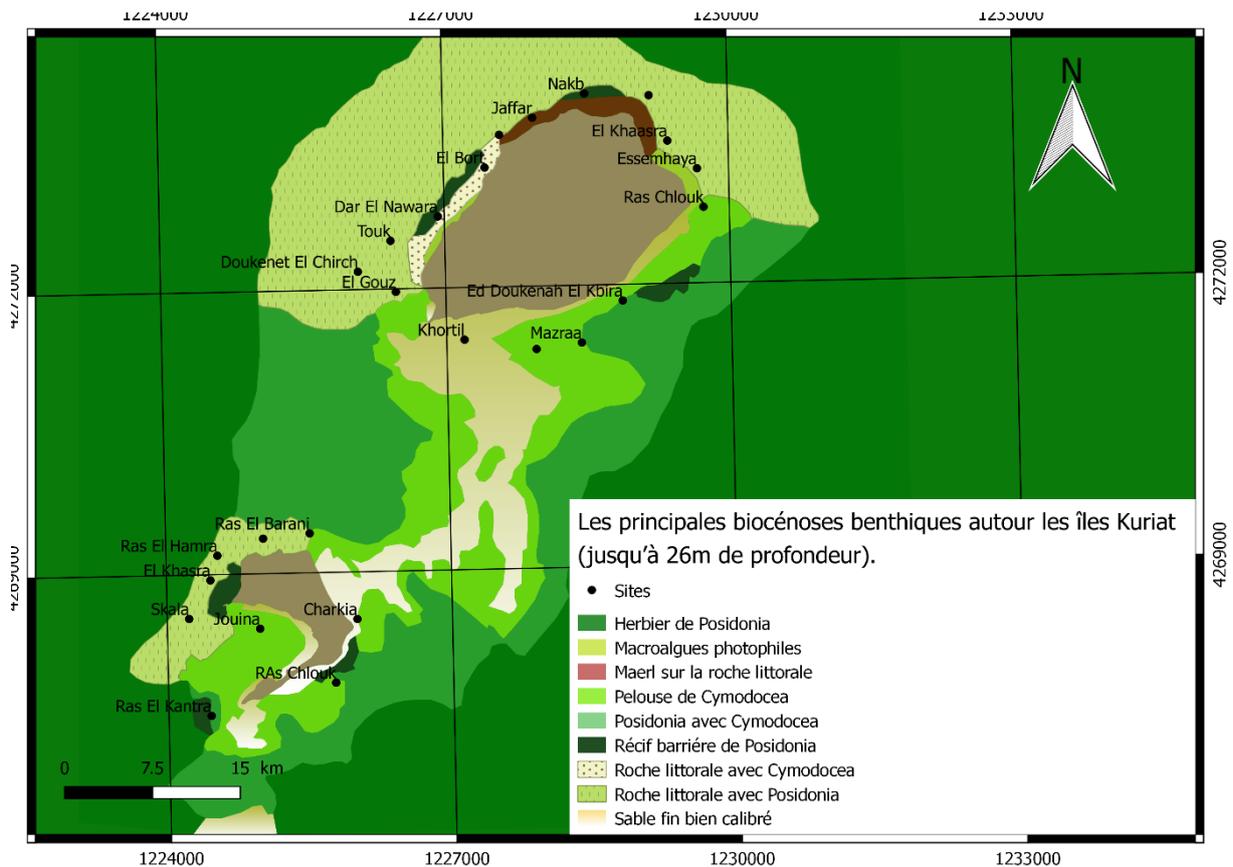


Figure 4 : Les principales biocénoses benthiques autour Des îles Kuriat (Jusqu'à 26m de profondeur)

Les herbiers à *Posidonia oceanica*

Les herbiers de posidonies (Figure 5) occupent la quasi-totalité des fonds meubles autour de l'Archipel de Kuriat entre 0 et 27 m de profondeur ainsi que les affleurements rocheux où la Posidonie se développe surtout avec des feuilles de longueur réduite. L'herbier est peu dense avec un recouvrement compris entre 50 et 70 % et une densité moyenne de 637 faisceaux par m² (APAL - CAR/ASP, 2010).



Figure 5 : *Posidonia oceanica*

Les récifs barrières à *Posidonia oceanica*

Les études réalisées par le CAR/ASP et l'APAL entre 2008 et 2011 ont pu mettre en évidence la présence de récifs-barrières à *Posidonia oceanica* (Figure 6). Ces récifs-barrières, véritables monuments naturels ayant une importante valeur patrimoniale, sont créés par l'élévation des mattes jusqu'à la surface tout autour des îles Kuriat à des faibles profondeurs.



Figure 6 : Les récifs barrières à *Posidonia oceanica* à

La pelouse à *Cymodocea nodosa*

Cette biocénose se développe près de la surface entre 0 et 4 m de profondeur sur les fonds meubles à sable fin, grossier et vaseux et sur les fonds durs (roche). Elles sont très abondantes autour des îles que ce soit sur matte bordant le récif-barrière ou colonisant les chenaux séparant les formations récifales. La pelouse à *Cymodocea nodosa* (Figure 7) occupe aussi certaines parties des fonds non colonisés par la posidonie aussi bien à -10m qu'à - 20m.



Figure 7 : La pelouse à *Cymodocea nodosa*

Les fonds à maërl et rhodolites

Le terme maërl désigne des accumulations des algues calcaires corallinacées vivant librement sur les fonds meubles infralittoraux. Dans les fonds des Kuriat, le maërl (Figure 8) et les rhodolithes s'accumulent dans certaines cuvettes et dépressions rocheuses à faible profondeur allant de 0,5 à 3 mètres sur les fonds rocheux au Nord de la grande île et de 0,5 à presque 2 mètres à l'Ouest de la petite île. Mélangé avec du sable et du gravier coquillier, le maërl se trouve sous forme de concentrations des algues calcaires branchues et les rhodolites sous forme de concentrations d'algues calcaires en boules ou pralines atteignant les 5-8 cm de diamètre.



Figure 8 : Les fonds à maërl

b. Les stations de l'observation

Les stations d'observation dans cette étude sont un ensemble des transects qui ont été choisis pour représenter les différents types de fonds marins pour les deux îlots la grande Kuriat et la petite Kuriat. Les transects ont été implantés de façon claire pour être répétable.

Pour la Grande Kuriat 4 transects ont été prospectés en Aout 2018 (Figure 9) et 6 transects pour la petite Kuriat (Figure 10).

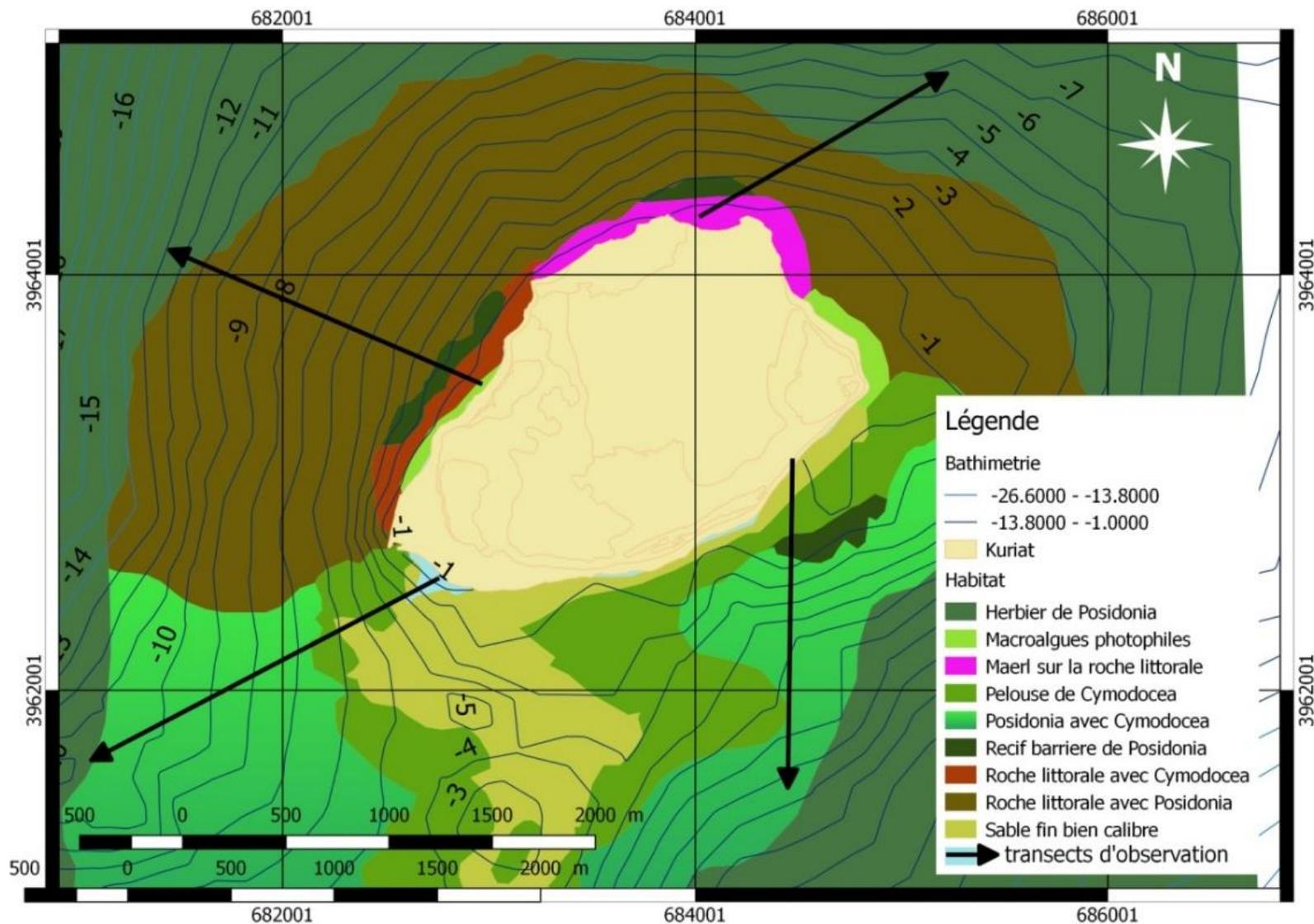


Figure 9 : Carte d'habitats des fonds marins de la grande Kuriat avec les transects d'observation

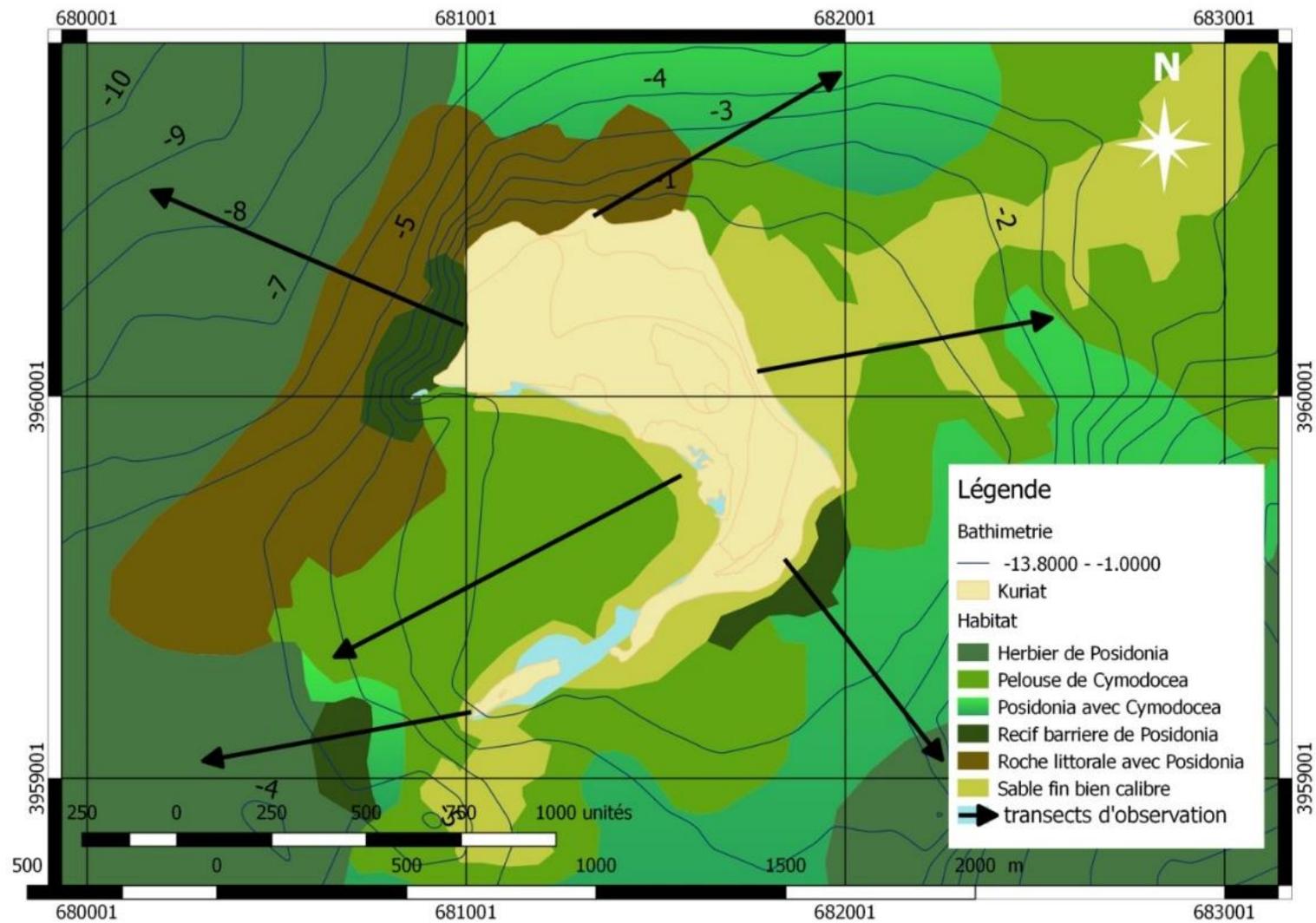


Figure 10 : Carte d'habitats des fonds marins de la petite Kuriat avec les transects d'observation

2. Méthodes et Matériels d'observation

2.1 Rapid Assessment Survey (RAS)

La méthode Rapid Assessment Survey (RAS) a été utilisée pour chercher les espèces introduites au niveau des 5 ports de pêche et le port de plaisance. C'est une méthode standard d'étude des espèces non-indigènes au niveau des ports (Campbell et al. 2007). Cette méthode repose sur la collecte des échantillons à partir de substrats qui sont à portée de main sur des quais flottants, des zones intertidales (Figure 11, B), des cordes (Figure 11, A) ou d'autres objets qui peuvent être tirés hors de l'eau.

L'échantillonnage, basé sur cette méthode « RAS » à partir des structures artificielles (cordes et pneus submergés, câbles électriques, pontons et coques de bateaux) a été effectué au mois de Juin 2018, dans les 5 ports de pêche et le port de plaisance Cap Marina par une seule personne.



Figure 11 : Prélèvement d'échantillons dans les ports ;

A : prélèvement à partir d'une corde au port de pêche Bekalta, B : prélèvement à partir de la zone intertidale au port de pêche Ksibet El Madiouni.

Pour les fermes de pisciculture off-shore, la collecte des échantillons a été réalisée au mois de Juillet 2018 à partir du fouling sur les cordages (Figure 12) et les poids morts des cages flottantes avec l'aide des plongeurs de la société.

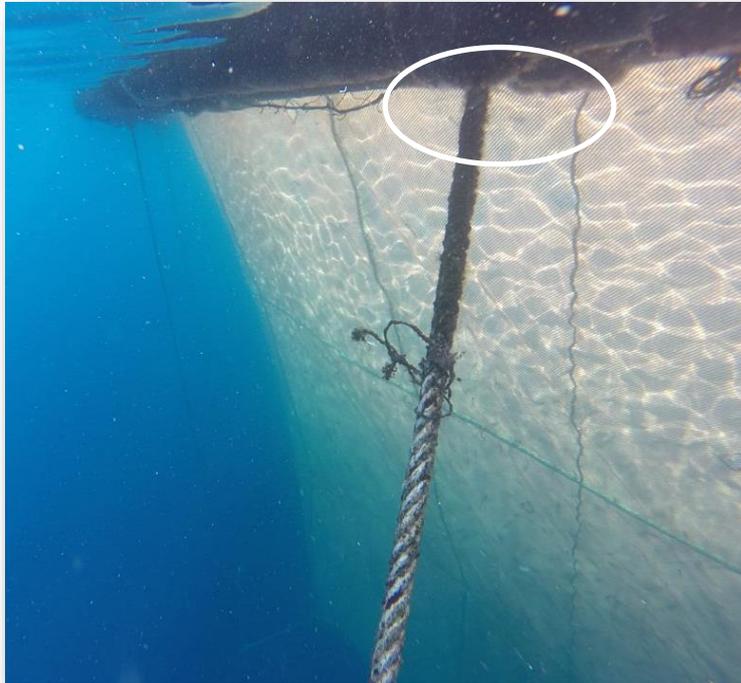


Figure 12 : Le lieu de prélèvement dans les fermes aquacoles

2.2 Méthode de relevés visuels sous-marins

Dans la zone sensible AMCP la méthode des relevés visuels sous-marins a été choisie pour la surveillance des espèces invasives (Sghaier et al. 2016). La durée de relevée visuel pour chaque transect a été d'une heure (variation temporelle au lieu de la variation spatiale) (Figure 13,14, 15 et 16).

Le matériel utilisé est :

- Masque, palme, Tuba (PMT).
- Une ardoise sous-marine pour prendre des notes.
- GoPro pour prendre des photos pour les espèces observées.
- Bouée pour la sécurité (Signal flottant).
- Des boites pour les échantillons.
- Un ordinateur de plongée.



Figure 15: Conservation des échantillons



Figure 16 : Collecte des échantillons à la Petite Kuriat



Figure 14 : La méthode de relevés visuels sous-marins, prendre des notes sur la présence d'une espèce non indigène (Grande Kuriat).



Figure 13 : Utilisation d'un signal floatant pour la sécurité (Petite Kuriat)

2.3 Science citoyenne

Selon Fromont 2014, les sciences participatives sont des programmes de collecte d'informations impliquant une participation du public dans le cadre d'une démarche scientifique. L'application de ces sciences participatives au domaine de la biodiversité se décline en 3 objectifs :

1. Avoir des données sur la nature et la biodiversité pour étudier son état de santé (monitoring de long terme).
2. Produire des outils de sensibilisation et d'éducation à la nature et à la biodiversité.
3. Former une communauté et mobiliser autour d'enjeux liés à la nature.

Cette méthode a été utilisée pour collecter des données sur les espèces halieutiques invasives (Poissons et Mollusque) avec les pêcheurs dans la Baie de Monastir (Fig. 15). Aussi, dans le cadre des activités de l'association NGB (Notre Grand Bleu), des séries des formations et des sensibilisations ont été dédiées pour le grand public de différentes catégories d'âge.

a. Enquêtes avec des pêcheurs

Afin de collecter le maximum d'informations, deux types de ports ont été choisis :

- ✓ Port de pêche de Bekalta : port côtier
- ✓ Port de pêche de Teboulba : port hauturier.

Les pêcheurs dans les deux ports pêchent autours des îles Kuriat et dans les eaux Italo-tunisiennes.

Un simple questionnaire a été élaboré autour de la question principale : Avez-vous vu ou capturé une espèce que vous n'aviez jamais vu auparavant ? »(Azzurro et al. 2018). L'étude visait les pêcheurs locaux ayant plus de dix ans d'expérience en mer. Les pêcheurs ont été enquêtés au cours de leurs activités terrestres (en nettoyant les filets dans les ports ou en réparant leurs bateaux) (Figure17).



**Figure 17 : Les enquêtes avec les pêcheurs,
A : Port de Bekalta ; B : Port de Té Boulba**

Ce protocole a été inspiré de Ernesto Azurro lors de notre participation à un atelier intitulé ‘Atelier sur la gestion des espèces envahissantes marines dans les aires marines protégées’ réalisé par le Centre de coopération pour la Méditerranée de l’UICN (UICN-Med) en collaboration avec le Centre de recherche environnementale ENALIA Physis et avec le soutien du Centre d’activités régionales pour les aires spécialement protégées à Chypre à proximité de l’AMP Cape Greco (Figure 18).



Figure 18 : Participation à l'atelier sur la gestion des espèces envahissantes marines dans les aires marines protégées

b. Sensibilisation

La sensibilisation et l’assistance pour faire connaître les ENI envahissantes et soutenir le programme national pour la surveillance des espèces non indigènes en Tunisie. Avec l’association Notre grand Bleu, des séries des sensibilisations ont été effectuées avec des touristes et un ensemble des écoliers sur les îles Kuriat sur les espèces invasives (Figure 17). La sensibilisation du public au niveau local tout en surveillant les populations, permet ainsi une détection précoce.



Figure 20: Sensibilisation dans une école avec l'association NGB



Figure 19 : Sensibilisation sur l'île Kuriat

c. Former une communauté

Des séances de formation ont été dédiées pour les jeunes de l'association Notre Grand Bleu (NGB Juniors) sur l'invasion biologique (Figure 18). L'objectif des campagnes d'information est de sensibiliser les membres de l'association, d'obtenir son soutien et sa participation pour le programme de surveillance et de permettre la détection précoce de nouvelles espèces non indigènes dans la Baie de Monastir essentiellement autour des îles Kuriat.



Figure 21 : Formation pour les jeunes de l'Association Notre grand Bleu

3. Identification des espèces

Tous les organismes de taille macroscopique (> 1 mm) présents dans les échantillons ont été identifiés au niveau taxonomique le plus précis possible. Les identifications ont été réalisées à l'aide des guides spécifique : « **CIESM Atlas of Exotic Species in the Mediterranean : Volume 2 : Crustaceans decapods and stomatopods** version 2002, **Volume 3 : Molluscs** version 2002 et **Volume 4 : Macrophytes** version 2002». Pour la vérification de l'identification, les spécimens ont été transférés à des experts comme : Alfonso Ramos (Centre de Recherche Marine de l'Université d'Alicante, Espagne) - Egidio Trainito (expert indépendant Italien) - Rym Zakhama (Institut Supérieur de Biotechnologie de Sidi Thabet) - Leslie Harris (Musée d'histoire naturelle de Los Angeles) et Yassine Ramzi Sghaier (Centre d'Activités Régionales pour les Aires Spécialement Protégées). Pour l'observation des structures fines, un stéréomicroscope Leica® et un microscope optique Leica® ont été utilisés. Tous les spécimens échantillonnés ont été photographiés et conservés dans l'alcool à 70% au laboratoire BIOLIVAL.

4. Cartographie des chemins d'invasion

Les données recueillies de l'administration de la capitainerie de Marina Cap Monastir sont le nombre de bateaux entrée/sortie, leur provenance (dernier port) et leur destination. A partir des données recueillies les chemins d'invasion primaire et secondaire, des espèces Non Indigènes vers et à partir de la Marina Cap Monastir ont été identifiées. Dans cette étude, toutes les cartes ont été réalisées par QGIS 2.18© Système d'Information Géographique Libre et Open Source.

IV. RESULTATS

1 Les zones à risques dans la Baie de Monastir

Pour la première fois en Tunisie, une carte géographique des zones à risques d'introduction des espèces non indigènes dans la Baie de Monastir a été établie (Figure 28).

Dans la Baie de Monastir onze fermes aquacoles actives sont installées, cinq ports de pêche et une marina. Toutes ces zones agissent en tant que nœuds et points de croisement, contribuant à la dispersion accrue des espèces non indigènes le long de la Baie de Monastir.

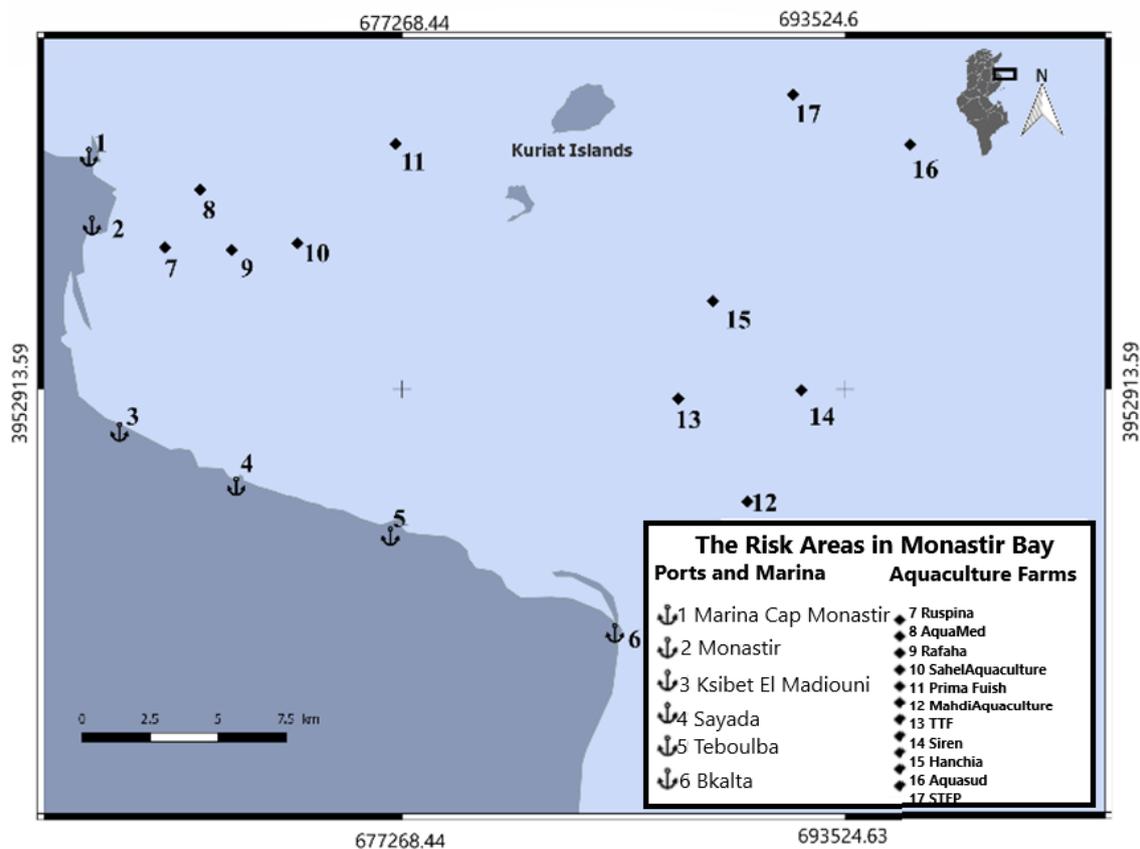


Figure 22 : Les zones à risques dans le Baie de Monastir

2 Evaluation des Espèces Non Indigènes dans la Baie de Monastir

Lors de nos prospections, 23 espèces non indigènes (flores et faunes) ont été observées dans différentes zones (cinq ports de pêche, Marina, deux fermes aquacoles et les îles Kuriat) (Tableau 3).

Dans le règne végétal, des macro-algues provenant de deux phylums taxonomiques ont été retrouvées : des Chlorophycées 13 % et des Rhodophycées 4.5%. Une plante marine *Halophila stipulacea* a été également observée.

Dans le règne animal, les organismes ont été répartis en 10 taxons distincts : les Mollusques 22%, les Arthropodes 22%, les Chordés 13%, les Bryozoaires 8,5 %, les Annélides 8,5% et les Spongiaires (Porifera) 4,5%. Les Chordés ont été représentés par 3 espèces d'ascidies.

Parmi les Mollusques, 3 espèces de gastéropodes marins ont été observées ainsi que 2 espèces de Bivalves. Les Bryozoaires ont été représentés par une seule classe de Gymnolaemata par 2 espèces. Le taxon des Spongiaires a été représenté par une seule espèce de Calcarea. Pour les Annélides, deux espèces de Polychètes ont été observées. Les Arthropodes ont été représentés par 3 ordres différents de Malacostracés : une Amphipode, deux Isopodes et deux espèces de Décapode.

Tableau 3: Liste des Espèces Non Indigènes retrouvées dans les différentes zone de la Baie de Monastir et leur date de premier enregistrement en Tunisie avec: PA : les ports de pêches, Be : Bekalta, Te : Teboulba, Sa : Sayada, Ks : Ksibet El Madiouni, Mo : Monastir, MAR : Marina, le port de plaisance, CMa : Cap Marina, FA : Les fermes d'aquacultures, Ha : Hanchia Fish, Pr : Prima Fish, IK : les îles de Kuriat, Ku P : La petite Kuriat, Ku G : La Grande Kuriat, OI : Océan Indien, Mr : Mer Rouge, Ci : Circumtropical, IP : Indo-Pacifique, P :Pacifique, Ca : Carabine, Au : Australie, NOP : Nord-Ouest Pacifique, Cal : Californie, OA : Ouest Atlantique, NEP : Nord-Est Pacifique et *= premier enregistrement pour la Tunisie dans cette étude.

Taxonomie			Nom scientifique de l'espèce	Origine	Zones à risques								Zone sensible		PET	Références		
Règne	Phylum	Classe			PA					MAR	FA		IK					
					Be	Te	Sa	Ks	Mo	CMa	Ha	Pr	Ku P	Ku G				
<u>Plantae</u>	<u>Tracheophyta</u>	Magnoliopsda	<i>Halophilastipulacea (Forsskål) Ascherson, 1867</i>	OI												2003	Missaoui et al. 2003	
			<u>Chlorophyta</u>	Ulvophyceae	<i>Caulerpa chemnitzia (Esper) J.V.Lamououx, 1809</i>	MR/Ci												1926
			<i>Caulerpa cylindracea (Forsskål) J.Agardh, 1873</i>	IP													1996	Langar et al. 2002
			<i>Codium fragile (Suringar) Hariot, 1889</i>	P														1987

	<u>Rhodophyta</u>	Florideophyceae	<i>Lophocladia lallemandii</i> (Montagne) F.Schmitz, 1893	MR/IP										1938	Feldmann et Feldmann 1939	
<u>Animalia</u>	<u>Chordata</u>	Ascidiacea	<i>Microcosmus exasperatus</i> Heller, 1878	Ci										1998	Meliane 2002	
			<i>Symplegma brakenhielmi</i> (Michaelsen, 1904)*	Ci											2018	Cette étude
			<i>Ecteinascidia turbinata</i> Herdman, 1880	Ca											2008	Ramos-Espla Et Ben Mustapha 2010
	<u>Bryozoa</u>	Gymnolaemata	<i>Amathia verticillata</i> (delle Chiaje, 1822)	Ca											1934	Seurat 1934
			<i>Tricellaria inopinata</i> d'Hondt et Occhipinti Ambrogi, 1985	IP											2005	Ben Souissi et al. 2006
	<u>Porifera</u>	Calcarea	<i>Paraleucilla magna</i> * Klautau, Monteiro et Borojevic, 2004	IP/Au											2018	Cette étude
	<u>Annelida</u>	Polychaeta	<i>Hydroides elegans</i> (Haswell, 1883)	OI/Au											1978	Zibrowius 1978
			<i>Branchiomma bairdi</i> McIntosh, 1885	Ca											2013	Khedhri et al. 2017

<u>Mollusca</u>	Gastropoda	<i>Bursatella lechii</i> <i>Blainville, 1817</i>	Ci											2001	Enzenross et Enzenross 2001	
		<i>Melibe viridis</i> <i>(Kelaart, 1858)</i>	IP												2008	Antit et al. 2009
		<i>Cerithium scabridum</i> <i>Philippi, 1848</i>	OI/MR												1997	Enzenross et Enzenross 2001
	Bivalvia	<i>Magallana gigas</i> <i>(Thunberg, 1793)</i>	NOP												1972	Madhioub et Zaouali 1988
		<i>Pinctada imbricata radiata</i> <i>(Leach, 1814)</i>	IP/ MR												1890	Vassel 1897
<u>Arthropoda</u>	Malacostraca	<i>Paracerceis sculpta</i> <i>(Holmes, 1904)</i>	Cal											1978	Rezig 1978	
		<i>Paradella diana</i> <i>(Menzies, 1962)</i>	NEP												2001	Bey et al. 2001
		<i>Percnon gibbesi</i> <i>(H. Milne Edwards, 1853)</i>	OA												2004	MedMPA 2004
		<i>Portunus segnis</i> <i>(Forskål, 1775)</i>	OI												2014	Rifi et al. 2014
		<i>Caprella scaura</i> <i>Templeton, 1836</i>	OI												2007	Ben Souissi et al. 2010

La composante la plus importante des espèces introduites est d'affinité chaude avec un fort groupe d'origine Indo-Pacifique (23% des espèces), suivi par le groupe d'espèces d'origine de l'océan indien (19%). Les groupes d'espèces non-indigènes d'origine circumtropicale, de Mer rouge représentent 15 %, l'Atlantique ne représente que 4% (Figure 27).

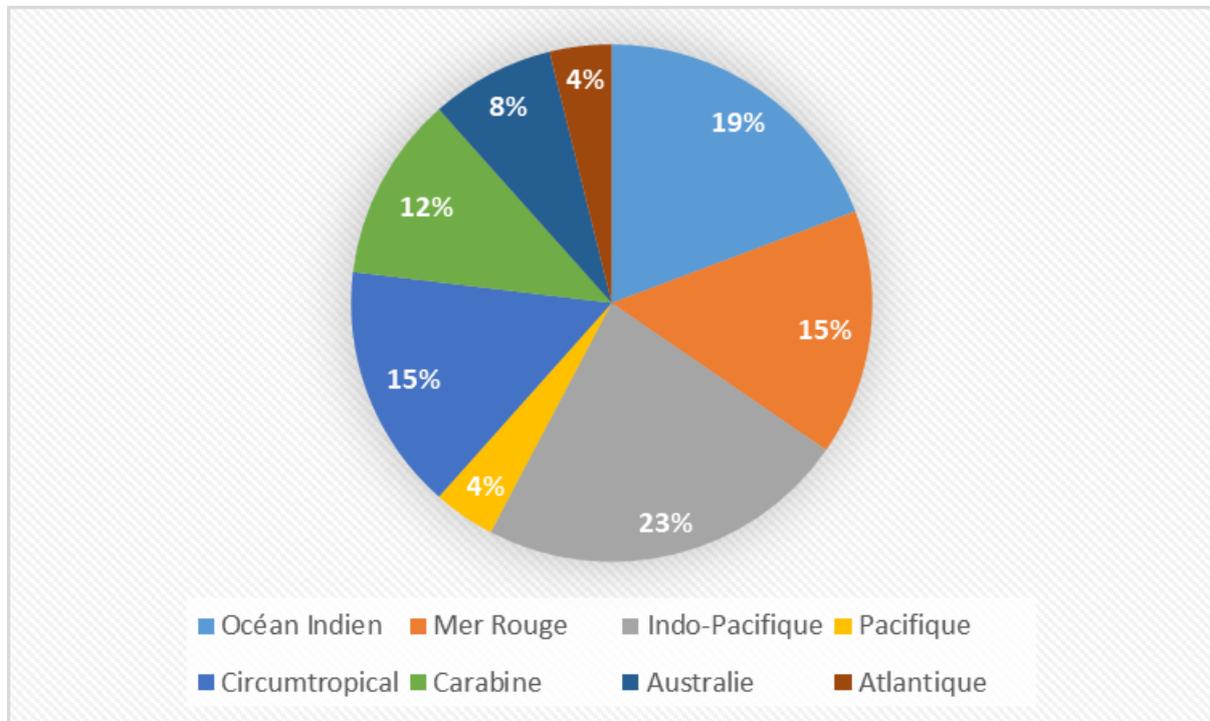


Figure 23 : Origine des espèces non indigènes observées au niveau de la Baie de Monastir

3 Science citoyenne

Une méthode de science citoyenne sous forme des enquêtes avec des pêcheurs a été mise en place dans deux ports de pêche de Teboulba et Bekalta afin de collecter des données sur les espèces non indigènes halieutiques.

Le tableau 5 représente le résultat de ces enquêtes. Notre questionnaire s'adressait aux pêcheurs locaux et récréatifs ayant plus de dix ans d'expérience en mer. Le protocole d'entretien a été développé pour extraire les informations requises des connaissances des pêcheurs.

Au début, l'âge et le type de pêche du pêcheur ont été enregistrés. Les photos des espèces invasives ont été utilisées pour faire correspondre les noms des espèces locaux avec ceux des taxonomies. Seules les espèces mentionnées par le pêcheur ont été enregistrées (Tableau 5). Les répondants ont également été invités à fournir un classement qualitatif de l'abondance de ces espèces au fil du temps et des autres remarques concernant ces espèces. Comme résultat, 14

espèces non indigènes ont été enregistrées, avec 72% de Chordata (poissons) des ENI totales, 21% de Crustacea et 7 % de Mollusca (Figure 12).

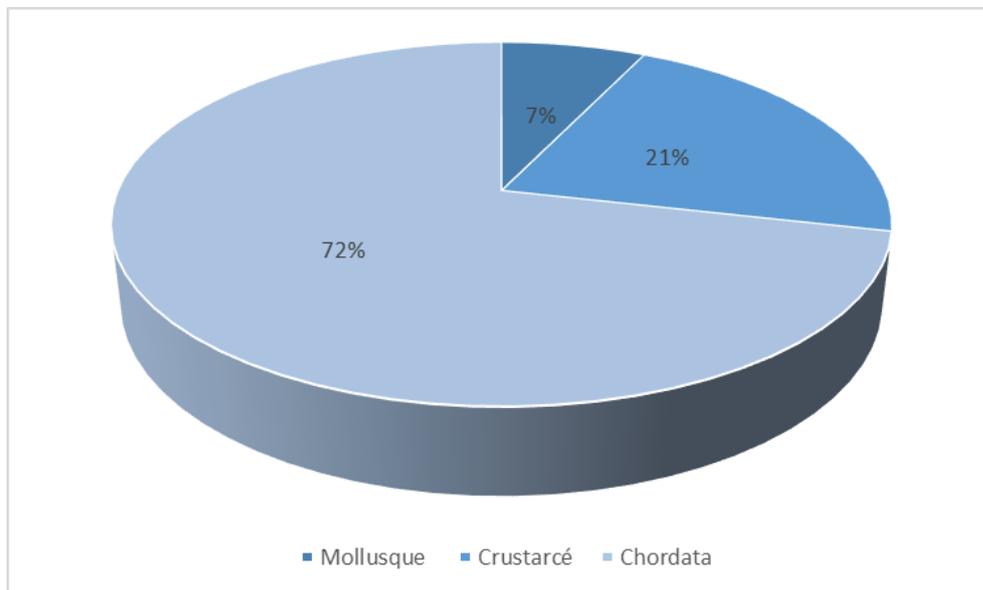


Figure 24 : Composition des espèces non indigènes enregistrées lors de l'enquête réalisée dans les ports de pêche de Bekalta et Teboulba.

Tableau 4 : Les résultats de l'enquête avec les pêcheurs dans deux ports de pêche de Bekalta et Teboulba en 2018

Enquête N°	BEKALTA					
	Informations relatives aux pêcheurs		Type de pêche	Non scientifique	Nom vernaculaire	Remarques
	Age	Pêche depuis				
1	45	28	Côtière	<i>Hemiramphus far</i>	Bou Mnigir / Sardine avec un bec	-
				<i>Fistularia commersonii</i>	Msala Twila	Fréquente
				<i>Portunus segnis</i>	Daiich	Fréquente au niveau des zones sableuses (Bayadha)
2	36	18	Côtière	<i>Hemiramphus far</i>	Bou Mnigir	Rare.
				<i>Libinia dubia</i>	Kabrous Mchawak	Rare observée dans le port de Stah Jabeur, Monastir
3	60	30	Côtière	<i>Siganus luridus</i>	Sefsha	-
				<i>Arcuatula senhousia</i>		Fréquente sur les cages des fermes aquacoles
Enquête N°	TEBOULBA					
	Informations relatives aux pêcheurs		Type de pêche	Non scientifique	Nom vernaculaire	Remarques
	Age	Pêche depuis				
1	62	45	Pêche hauturière	<i>Sphyraena chrysotaenia</i>	Mougzel Jerjis	Rare
				<i>Stephanolepis diaspros</i>	Far Bou Chouka	Fréquente
				<i>Fistularia commersonii</i>	Msala Twila	Fréquente
				<i>Siganus rivulatus</i>	Chouk Abyedh	Très fréquente
				<i>Alepes djedaba</i>	Choro Asfer	Très fréquente
				<i>Pempheris rhomboidea</i>	-	Rare pêchée une seule fois dans les eaux Italiennes

				<i>Saurida lessepsianus</i>		Rare pêchée une seule fois dans les eaux Italiennes
				<i>Metapenaeus monoceros</i>	Maklouba	Fréquente
				<i>Atherinomorus forskalii</i>	Zinga	-
				<i>Lagocephalus sp</i>	Fogo	Rare pêchée une seule fois dans les eaux Italiennes
2	58	36	Pêche hauturière	<i>Sphyraena chrysotaenia</i>	Mougzel Jerjis	Très fréquente dans le sud de la Tunisie / fréquente dans la Baie de Monastir
				<i>Stephanolepis diaspros</i>	Far Bou Chouka	Fréquente
				<i>Fistularia commersonii</i>	Msala Twila	Fréquente
				<i>Siganus rivulatus</i>	Chouk Abyedh	Fréquente
				<i>Alepes djedaba</i>	Choro Asfer	Fréquente
				<i>Metapenaeus monoceros</i>	Maklouba	Fréquente
				<i>Libinia dubia</i>	Kabrous Mchawak	Très rare
3	47	26	Pêche hauturière	<i>Atherinomorus forskalii</i>	Zinga	Fréquente
				<i>Metapenaeus monoceros</i>	Maklouba	Fréquente
				<i>Libinia dubia</i>	Kabrous Mchawak	Très rare
				<i>Sphyraena chrysotaenia</i>	Mougzel Jerjis	Très fréquente dans le sud de la Tunisie / fréquente dans la Baie de Monastir
4	40	22	Côtière	<i>Stephanolepis diaspros</i>	far bou chouka	Fréquente
				<i>Fistularia commersonii</i>	msala twila	Fréquente
				<i>Siganus luridus</i>	sefsha	Fréquente
5	36	20	Côtière	<i>Alepes djedaba</i>	choro asfer	Fréquente
				<i>Siganus rivulatus</i>	chouk abyedh	Fréquente
				<i>Siganus luridus</i>	Sefsha	Fréquente
6	72	53	Pêche hauturière	<i>Stephanolepis diaspros</i>	Far Bou Chouka	Fréquente

			<i>Sphyraena chrysotaenia</i>	Mougzel Jerjis	Fréquente
			<i>Fistularia commersonii</i>	Msala Twila	Fréquente
			<i>Hemiramphus far</i>	Bou Mnigir	Fréquente

La composante la plus importante des espèces introduites observées par les pêcheurs sont les poissons. D'après les questionnaires, le crabe bleu *Portunus segnis* a été observé aussi dans la Baie de Monastir aux alentours des îles Kuriat et jusqu'à Ras Dimes à Bekalta. Pour les poissons, aucune espèce trouvée aux environs des îles Kuriat.

4 Analyse de la tendance de l'abondance

Seules les ENI trouvées lors de nos prospections sont discutées dans le reste de cette étude.

23 espèces non indigènes (ENI) ont été observées dans les cinq ports de pêche, la Marina Cap Monastir, deux fermes aquacoles et les îles Kuriat.

Le plus grand nombre des ENI a été trouvé dans les zones à risque, Marina Cap Monastir avec 74% du total des ENI, Port de pêche Monastir 61%, port de pêche Sayada par 52%, Ksibet El Madiouni par 43%, Bekalta 35% et Teboulba par 9% du total des ENI et Les fermes aquacoles Prima fish avec 26% et Hanchia Fish par 9%.

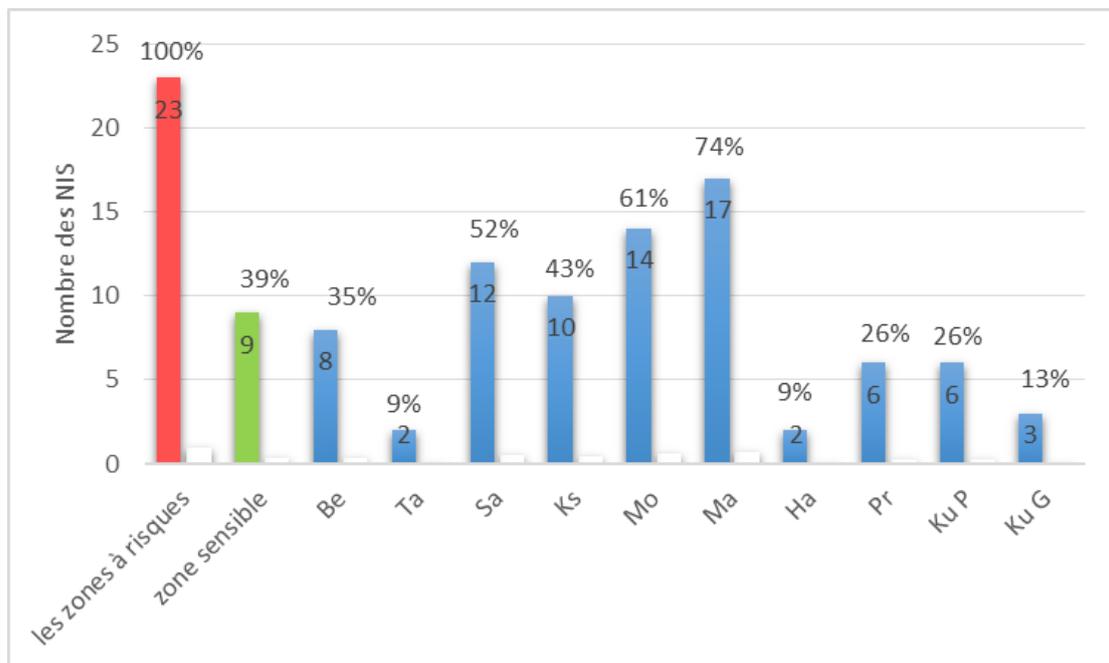


Figure 25 : La répartition des espèces dans différentes zones d'étude avec : Be :Bekalta, Ta : Teboulba, Sa : Sayada, Ks: Ksibet El Madiouni, Mo: Monastir, Cap Marina, Ha: Hanchia Fish, Pr: Prima Fish, Ku P: La petite Kuriat, Ku G: La Grande Kuriat

Les nombres des ENI ont été très variables entre les deux fermes d'aquaculture étudiées, Le nombre des ENI a été supérieur face à la ville de Monastir (Prima Fish) (26%), par rapport à Teboulba (Hanchia Fish) (9%).

L'abondance de ces aliens dans la Baie de Monastir était clairement orientée du Nord au Sud (de Marina Cap Monastir à Bekalta). Cependant, le trafic maritime entre les côtes de la Baie de Monastir et les îles Kuriat était différent, légèrement plus intense devant la ville de Monastir (port de plaisance et port de Monastir) que devant Teboulba.

De plus, dans les îles Kuriat (AMCP), 39% des ENI totales de la Baie de Monastir ont été trouvées, avec 26% dans la petite Kuriat et 13% dans la grande Kuriat. Cette différence de nombre est probablement causée par le trafic des bateaux touristiques entre la Marina Cap Monastir et la petite Kuriat. Le mouillage des bateaux-touristiques et de loisirs qui peut se traduire par l'introduction des espèces non indigènes qui sont attachées au fouling de cordes de bateaux par exemple.

5 Occurrence temporelle

Le Tableau 6 Montre 13 espèces non indigènes enregistrées dans la Baie de Monastir (les poissons invasifs sont exclus dans cette analyse). Avant cette étude, toutes les signalisations sont occasionnellement ou accidentellement.

Toutes les espèces dans le tableau 6 ont été observées pendant notre surveillance avec 13 ENI qui ont été signalées pour la première fois dans la Baie de Monastir : *Codium fragile*, *Microcosmus exasperatus*, *Symplegma brakenhielmi*, *Amathia verticillata*, *Tricellaria inopinata*, *Paraleucilla magna*, *Hydroides elegans*, *Branchiomma bairdi*, *Cerithium scabridum*, *Magallana gigas*, *Paracerceis sculpta*, *Paradella diana* et *Caprella scaura*.

Dans notre surveillance 3 espèces n'ont pas été observées : *Caulerpa taxifolia*, *Asparagopsis taxiformis* et *Aplysia dactylomela*.

Tableau 5: Liste des espèces non indigènes signalées dans la Baie de Monastir avec leur Date du premier enregistrement (DPE) et leur lieu de signalisation dans la Baie de Monastir.(LS).

Taxonomie	Espèces Non Indigènes	DPE	Référence	LS
<u>Plantae</u>				
Magnoliopsida	<i>Halophila stipulacea</i> (Forsskål) Ascherson, 1867	2011	(Sghaier et al. 2011)	Marina Cap
<u>Chlorophyta</u>				
Ulvophyceae	<i>Caulerpa taxifolia</i> (M.Vahl) C.Agardh, 1817	2010	(Sghaier et al. 2016)	Dkhila
	<i>Caulerpa chemnitzia</i> (Esper) J.V.Lamououx, 1809	2011	(Sghaier et al. 2016)	Karaïa
	<i>Caulerpa cylindracea</i> Sonder, 1845	2010	(Sghaier et al. 2016)	Dkhila
<u>Rhodophyta</u>				
Florideophyceae	<i>Asparagopsis taxiformis</i> (Delile) Trevisan de Saint-Léon, 1845	2010	(Sghaier et al. 2016)	Grande Kuriat
	<i>Lophocladia lallemandii</i> (Montagne) F.Schmitz, 1893	2008	(Ramos-Espla et Ben Mustapha 2010)	GrandeKuriat
<u>Animalia</u>				
<u>Mollusca</u>				
Gastropoda	<i>Aplysia dactylomela</i> Rang, 1828	2017	(Aissi, Amer, et Moslah 2018)	Grande Kuriat
	<i>Melibe viridis</i> (Kelaart, 1858)	2013	(Zaafrane et Maatouk 2016)	Monastir
	<i>Bursatella leachii</i> Blainville, 1817	2013	(Zaafrane et Maatouk 2016)	Monastir
Bivalvia	<i>Pinctada imbricata radiata</i> (Leach, 1814)	2005	(Tlig-Zouari et al. 2009)	Port de Monastir
<u>Crustacea</u>				
Malacostraca	<i>Percnon gibbesi</i> (H. Milne Edwards, 1853)	2010	(Katsanevakis et al. 2011)	Marina Kuriat
	<i>Portunus segnis</i> (Forskål, 1775)	2016	(Bdioui 2016)	Monastir
<u>Chordata</u>				
<u>Ascidiacea</u>	<i>Ecteinascidia turbinata</i> Herdman, 1880	2008	(Maciver et al. 2017)	Grande Kuriat

Dans la Baie de Monastir, une augmentation relativement exponentielle du nombre de nouvelles ENI enregistrées au cours de la période de 2005 à 2018 (Figure 26) avec 1,3 ENI par an.

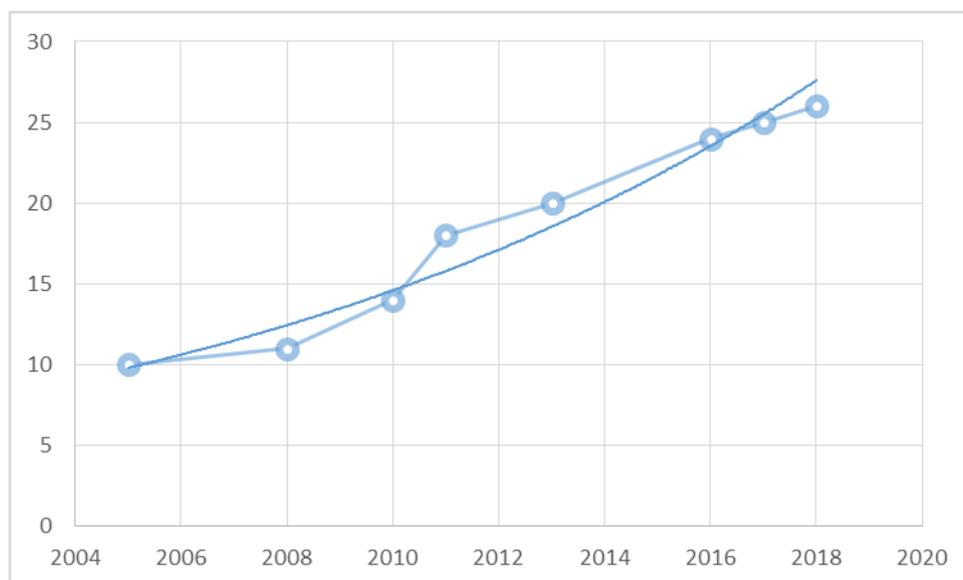


Figure 26 : Occurrence temporelle des ENI dans la Baie de Monastir

6 Les Voies d'introduction des ENI

Vu le nombre important des ENI observées à la marina Cap Monastir et la disponibilité des données sur la provenance et sortie des bateaux, La marina est prise comme cas d'étude pour cette partie du mastère. Lors de notre visite à la marina Cap Monastir, le 6 Septembre 2018, 294 bateaux tunisiens et étrangers ont été présents.

6.1 Le Chemin primaire

Le chemin primaire d'espèces non indigènes vers la Marina Cap Monastir a été identifié par l'analyse des voies de navigation des bateaux de plaisance. En Janvier et Septembre 2018, 218 bateaux ont été accostés dans la Marina Cap Monastir dont 133 bateaux étrangers et 85 bateaux tunisiens avec une moyenne de 1 à 5 bateaux entrée/sortie par jour de la Marina.

Le tableau 6 montre le nombre des bateaux étrangers entrant à la marina et leur lieu de provenance (du Janvier à Septembre 2018).

Tableau 6 : Le nombre des bateaux et leur lieu d'arrivage (données 2018)

La provenance (dernier port touché)	Nombre de Bateaux	Pourcentage par rapport au total des bateaux étrangers
Malta	42	31,5%
Palermo, sicile Italie	30	22,5%
Trapanii, Sicile, Italie	21	16%
Sardaigne, Italie	16	12%
Toulon, France	10	7,5%
Baleares, Espagne	8	6%
Grèce	5	3.5%
Novarossisk, Russia	1	1%

Malta avec 31.5% constitue la plus grande fraction suivie par Palermo, Italie (22.5%); Trapanii, Italie (16%); Sardaigne, Italie (12%); Toulon, France (7.5%) ; Baleares, Espagne (6%) ; Grèce (3.5%) et finalement Novarossisk, Russia par un seul bateau qui a été arrivé à Cap Marina Monastir en 2018.

Par le logiciel QGIS, on a produit une carte (Figure 20) pour modeler le chemin d'invasion primaire des ENI vers la Marina Cap Monastir.

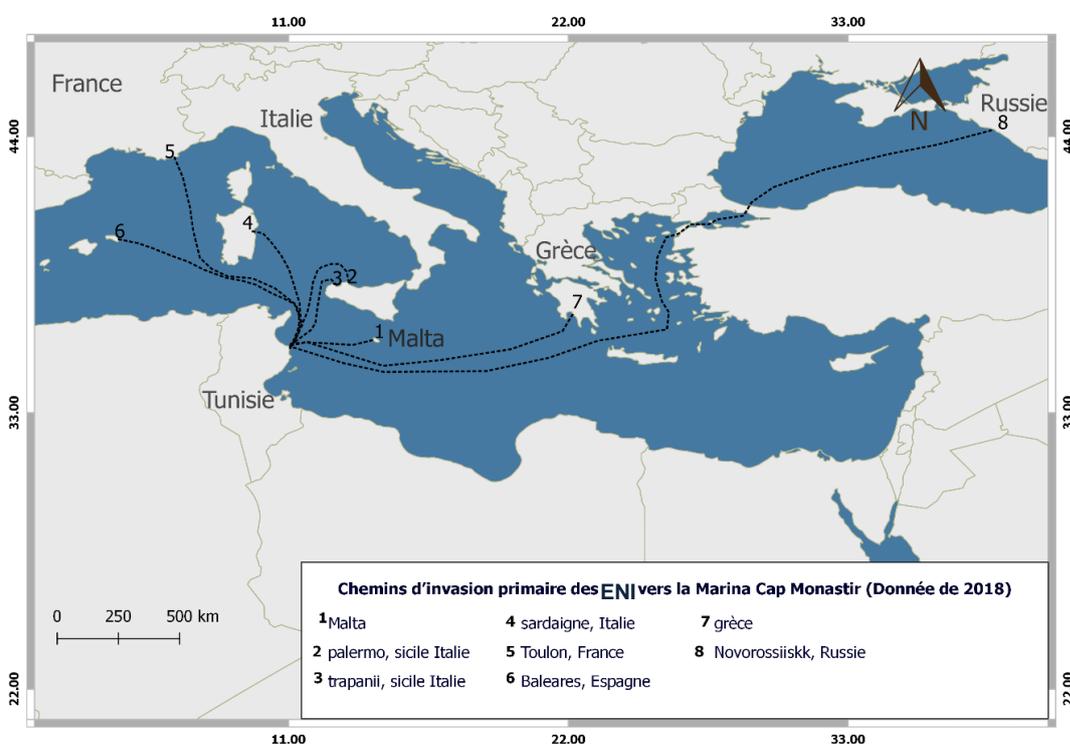


Figure 27 : Chemins d'invasion primaire des ENI vers la Marina Cap Monastir (Données de 2018).

6.2 Le chemin secondaire

Le chemin d'invasion secondaire des espèces non indigènes dans la Baie de Monastir a été identifié et représenté aussi sous forme d'une carte (Figure 23).

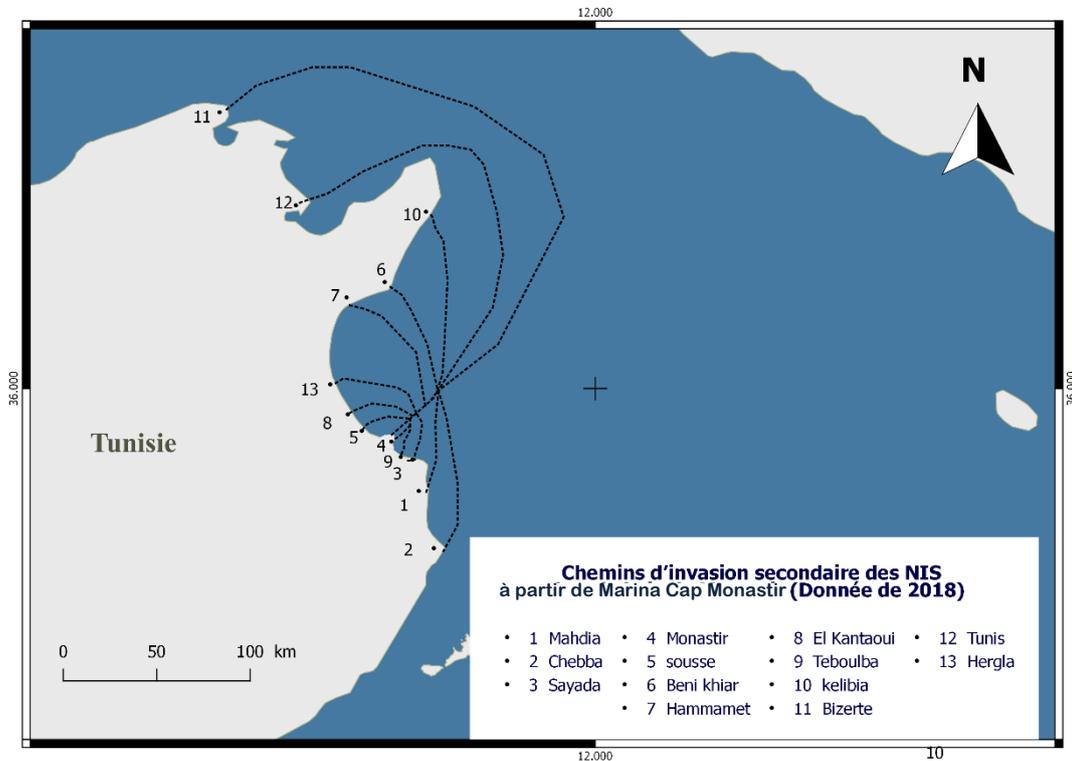


Figure 28 : Les chemins d'invasion secondaire des ENI à partir de la Cap Monastir dans la Baie de Monastir (données de 2018).

La numérotation dans la carte a été faite d'une façon proportionnelle avec la destination favorable des bateaux de plaisance. La classification a été réalisée selon des données fournies de la part de la police des frontières et des étrangers à Cap Marina.

La navigation nationale interne à partir de la Marina Cap Monastir montre que Mahdia constitue la première destination favorable pour les plaisanciers suivie par la Chebba, Sayada Monastir, Sousse, Beni Khiar, Hammamet, El Kantaoui, Teboulba, Kelibia, Bizerte, Tunis et Hergla. L'archivage de l'histoire de navigation interne est confidentiel, donc les données ont été enregistrées lors de notre investigation avec le directeur de la police des frontières et des étrangers à Cap Marina.

7 Proposition d'un programme dédié au suivi et la gestion des espèces non-indigènes dans la Baie de Monastir

Dans le Programme National de surveillance de la biodiversité marine et des espèces non indigènes en Tunisie mené par le PNUE–PAM et le CAR/ASP en 2017, 44 espèces non indigènes ont été identifiées comme des espèces à surveiller. Parmi ces 44 espèces, 11 espèces ont été enregistrées dans cette étude : *Bursatella leachii*, *Caulerpa cylindracea*, *Cerithium scabridum*, *Codium fragile*, *Hydroides elegans*, *Halophila stipulacea*, *Pinctada imbricata radiata*, *Tricellaria inopinata*, *Percnon gibbesi*, *Portunus segnis* et *Amathia verticillata* (dans le programme elle a été nommée par *Zoobotryon verticillatum* mais elle a été modifiée en 2018-11-17).

Pour détecter et prévenir l'établissement d'ENI dans les îles Kuriat, des recommandations ont été dédiées contre les ENI qui sont identifiées comme des espèces à surveiller dans le programme national de surveillance des ENI en Tunisie (Tableau 7).

Tableau 7: Proposition d'un programme dédié à la gestion des espèces non-indigènes dans la Baie de Monastir

ENI	Options en matière de gestion	Acteurs	équipements
<i>Halophila stipulacea</i>	Prévention : sensibilisation dans les ports	Associations, ONGs -Gestionnaires	-des panneaux de sensibilisation -des affiches -voitures pour le transport
	Éradication arrachage manuel	Associations, ONGs -Gestionnaires -scientifiques	-des plongeurs scientifiques -équipement de plongée -matériel d'éradication (selon le protocole d'arrachage).
<i>Caulerpa cylindracea</i>	Prévention : sensibilisation dans les ports	Associations, ONGs -Gestionnaires	-des panneaux de sensibilisation -des affiches -voitures pour le transport
	Éradication arrachage manuel	Associations, ONGs -Gestionnaires -scientifiques	-des plongeurs scientifiques -équipement de plongées

			-matériel d'éradication (selon le protocole d'arrachage).
<i>Codium fragile</i>	Prévention : la sensibilisation du public	Associations, ONGs -Gestionnaires	-des panneaux de sensibilisation -des affiches -voitures pour le transport
	L'enlèvement manuel	Associations, ONGs -Gestionnaires -scientifiques	-des plongeurs scientifiques -équipement de plongées -matériel d'éradication (selon le protocole d'arrachage). -Bateau pneumatique
<i>Cerithium scabridum,</i>	Prévention : la sensibilisation du public	Associations, ONGs -Gestionnaires	-des panneaux de sensibilisation -des affiches -voitures pour le transport
<i>Bursatella leachii</i>	Prévention : la sensibilisation du public	Associations, ONGs -Gestionnaires	-des panneaux de sensibilisation -des affiches -voitures pour le transport
	contrôle : les techniciens des AMP l'enlèvent manuellement	Associations, ONGs -Gestionnaires scientifiques	-des plongeurs scientifiques -équipement de plongée -matériel d'éradication -Bateau pneumatique
<i>Pinctada imbricata radiata</i>	Prévention : la sensibilisation du public	Associations, ONGs -Gestionnaires	-des panneaux de sensibilisation -des affiches -voitures pour le transport
	Contrôle : les techniciens des AMP enlèvent manuellement les nouvelles populations	Associations, ONGs -Gestionnaires	-des plongeurs scientifiques -équipement de plongés -matériel d'éradication -Bateau pneumatique
<i>Percnon gibbesi</i>	Prévention : sensibilisation de pêcheurs	Associations, ONGs -Gestionnaires	-des panneaux de sensibilisation -des affiches

			-voitures pour le transport
<i>Portunus segnis</i>	Prévention : sensibilisation de pêcheurs	Associations, ONGs -Gestionnaires	-des panneaux de sensibilisation -des affiches -voitures pour le transport
	contrôle : les techniciens des AMP enlèvent manuellement les nouvelles populations	Associations, ONGs -Gestionnaires scientifiques	-des plongeurs scientifiques -équipement de plongée -matériel d'éradication. -Bateau pneumatique
<i>Hydroides elegans</i>	Prévention : sensibilisation de pêcheurs	Associations, ONGs -Gestionnaires	-des panneaux de sensibilisation -des affiches -voitures pour le transport
<i>Amathia verticillata</i>	Prévention : sensibilisation de pêcheurs	Associations, ONGs -Gestionnaires	-des panneaux de sensibilisation -des affiches -voitures pour le transport
<i>Tricellaria inopinata</i>	Prévention : sensibilisation de pêcheurs	Associations, ONGs -Gestionnaires	-des panneaux de sensibilisation -des affiches -voitures pour le transport

Un protocole de surveillance dans les ports de pêche et la Marina doit être implanté et réalisé au moins chaque an pour permettre la détection et prévenir l'établissement des ENI et la signalisation de nouvelles espèces. Le Tableau 8 regroupe les méthodes recommandées par zone de surveillance.

Tableau 8: Proposition d'un programme dédié à la suivie des espèces non-indigènes dans la

Baie de Monastir

Les Stations	Méthode	Par qui	Période	Equipements
Les ports et la Marina	RAS + LEK(Local Ecological Knowledge)	Associations, ONGs et Gestionnaires avec l'encadrement par des scientifiques	Chaque deux an	<p>RAS : dans 5 ports de pêche et la Marina (transport + matériels)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Voitures - Matériels de stockage des échantillons. - Des expertes en taxonomie et des volontaires <p>LEK : dans 5 ports et la Marina (200 enquêtes dans 6 jours)</p> <ul style="list-style-type: none"> - L'impression - Les voitures - Les enquêteurs
Les îles Kuriat	relevés visuels sous-marins (plongée sous-marine)	Scientifique et Gestionnaires de site	Chaque an	<p>Camping de travaille de 4 jours (2 jours dans la grand Kuriat 2 jours pour la petite Kuriat)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bateau pneumatique - Des experts en taxonomie et l'invasion biologique - Des plongeurs scientifiques - Matériels de plongées. - Les matériels de camping à Kuriat (les tentes – les nourritures) - Matériels d'échantillonnages et de stockage

8 Les signalisations en Tunisie

Dans la Marina de Monastir, deux espèces ont été signalées pour la première fois en Tunisie : *Symplegma brakenhielmi* (Figure 29) et *Paraleucilla magna* (Figure 31).

1 *Symplegma brakenhielmi*

- Classification

Règne : Animalia

Phylum : Chordata

Subphylum : Tunicata

Classe : Ascidiacea

Ordre : Stolidobranchia

Famille: Styelidae

Genre : *Symplegma*

Espèce : *brakenhielmi*

- Description

S. brakenhielmi présente les caractéristiques des espèces d'ascidies solitaires (ancestrales) et coloniales (dérivées) (Figure 29) (Gutierrez et Brown, 2017). Les zoïdes grandissent de manière asynchrone et ont une orientation non polaire, ils filtrent leur alimentation indépendamment les uns des autres, mais ils partagent toujours une tunique et un réseau vasculaire communs et se reproduisent principalement de manière asexuée (Gutierrez et Brown, 2017).



Figure 29 : La colonie de *S. brakenhielmi* (Cap Marina, Monastir) 2018

La colonie de *S. brakenhielmi* composée de zoïdes faiblement intégrés (Gutierrez et Brown, 2017). Chaque zoïde a un siphon clair (grand) et excurrent (petit) et une tunique partiellement translucide, qui révèle le panier branchial de couleur rouge vif (Kott, 1985) (Figure 30).

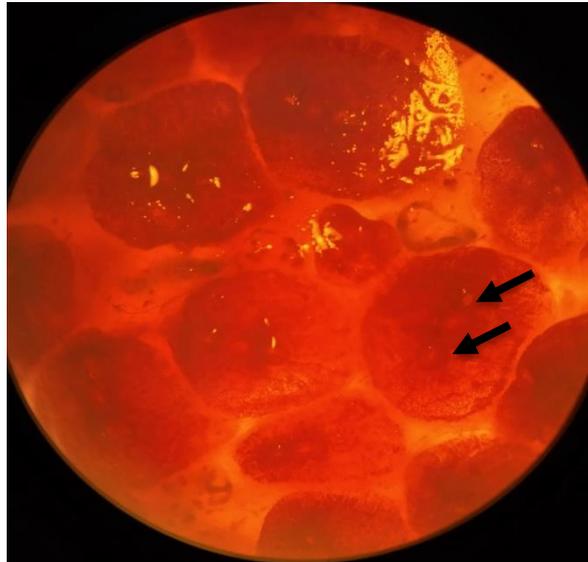


Figure 30: Observation sous loupe de l'ascidie *S. brakenhielmi* avec la présence de deux siphons sur un zoïde.

- Distribution géographique

L'ascidie *Symplegma brakenhielmi* a été trouvée dans les eaux australiennes (Kott, 2004), la côte panaméenne du Pacifique (Carman et al. 2011) et de l'Atlantique dans les eaux guyanaises (Monniot, 2016). En Méditerranée, il a été signalé en les territoires palestiniens occupés dans les années 1950 (sous le nom de *Symplegma viride* Herdman, 1886), puis au Liban (Bitar et Kouli-Bitar, 2001; Bitar et al. 2007), en les Territoires palestiniens occupés (Shenkar, 2008), en Turquie (Çinar et al. 2006) et elle a également été signalée à Chypre dans la Baie de Larnaca en Novembre 2016 par Gerovasileiou et al.(2017), elle a été signalée en Italie à Palermo en 2016 (Ulman et al. 2017). Donc probablement elle a été introduite par les voies de transport maritime entre Italie et Marina cap Monastir (Figure 27).

2 *Paraleucilla magna*

- Classification

Règne: Animalia

Phylum: Prolifera

Classe: Calcarea

Ordre: Leucosolenida

Famille: Amphoriscidae

Genre: *Paraleucilla*

Espèce: *magna*

- Description

L'éponge présente différentes morphologies, allant de formes tubulaires à des formes massives irrégulières. Généralement, la forme tubulaire est plus fréquente chez les petits spécimens, alors que de nombreux plis apparaissent à la surface des grands spécimens massifs, atteignant une hauteur de 10 à 15 mm (Figure 31).



Figure 31: *Paraleucilla magna* observée dans la Marina de Monastir en 2018

Paraleucilla magna est constituée de spicules triactines et tétractines de grandes tailles (Figure 32)

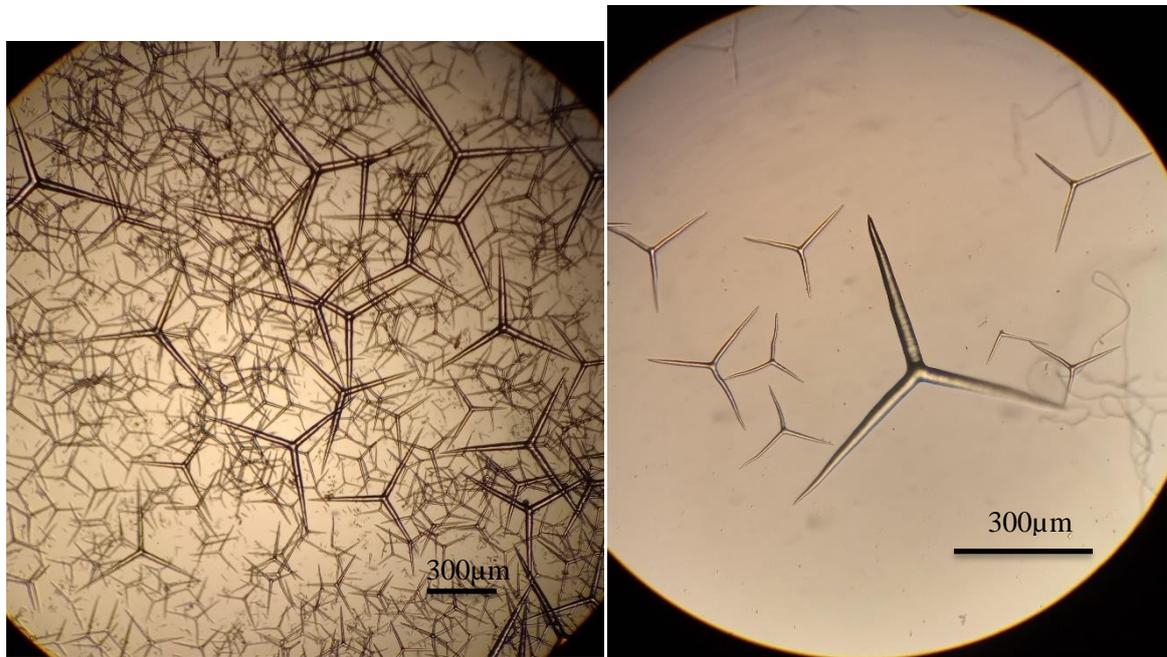


Figure 32: Les spicules de *Paraleucilla magna*

- Distribution géographique

Paraleucilla magna, décrit pour la première fois dans l'Atlantique Ouest à Rio de Janeiro, au Brésil, mais également aux Açores, à Madère et au Portugal (Bertolino et al. 2014 ; Guardiola, Frotscher et Uriz, 2016). Ses premiers enregistrements en Méditerranée provenaient de plusieurs sites italiens, d'abord, dans la mer Ionienne, dans la mer Tyrrhénienne et dans la mer Adriatique, puis dans la mer Ligure et la Sicile (Longo et al. 2004, 2012 ; Longo, Mastrototaro et Corriero, 2007 ; Bertolino et al. 2014 ; Marra et al. 2016). Il a également été signalé dans plusieurs localités de la région de la Costa Brava en Espagne (Guardiola, Frotscher et Uriz, 2012, 2016), ainsi qu'à Malte (Zammit et al. 2009) et en Croatie (Cvitković et al. 2013). Son premier record en Méditerranée orientale provient du golfe de Thessalonique en Grèce, où il a été observé pour la première fois en 2014 dans une mytiliculture (Gerovasileiou et al. 2017). Il est également apparu dans la mer de Marmara, à Turquie en 2012 (Topaloğlu et al. 2016).

V. *DISCUSSION*

La prévention des introductions est le mode de gestion prioritaire à mettre en place et le plus rentable tant écologiquement qu'économiquement puisque l'invasion biologique en milieu marin est un phénomène généralement irréversible à l'échelle humaine (Boudouresque et Verlaque 2010). Suite à ce constat, dans ce travail, nous avons mis en place un protocole de surveillance pour les espèces non indigènes (ENI) dans la Baie de Monastir.

La Baie de Monastir se caractérise par des activités de pêche qui représente 44% de la production nationale de poissons en Tunisie (Ben Smida et al. 2014). Cinq ports de pêche sont présents tout au long de la côte de cette Baie avec deux ports hauturiers (port de pêche de Té Boulba et port de pêche de Monastir), deux ports côtiers (port de pêche de Sayada et port de pêche de Bekalta) et un site d'abris (port de pêche de Ksibet El Madiouni). La pisciculture en cage marine est une industrie bien établie dans la Baie avec onze fermes aquacoles actives qui sont installées au large de la Baie de Monastir. En plus, un port de plaisance Cap Marina se situe au Nord de cette baie et possède une capacité de 400 bateaux.

Cependant, les ports de pêche, la marina et les fermes aquacoles sont des structures artificielles. Ces structures artificielles constituent le socle de l'introduction des ENI (Williams et al. 2013). Par conséquent, la marina, les ports de pêche et les fermes aquacoles sont des points de convergence idéaux pour la détection précoce des ENI dans la Baie de Monastir. Ces zones à risques ont été répertoriées dans une carte géographique ceci constitue la première étape de la mise en place d'un réseau de surveillance dans la baie de Monastir.

La deuxième étape consiste à la surveillance des ENI dans les zones à risque. Une campagne de prospection dans les ports de pêche, la Marina ainsi que dans deux fermes aquacoles par la méthode « Rapid Assessment Survey » RAS a été accomplie au mois de Juin 2018.

23 espèces non indigènes ont été observées dans les zones à risques avec le plus grand nombre des ENI qui ont été trouvées dans la Marina avec 17 ENI. En utilisant la même méthode de détection RAS, 9 ENI ont été trouvés dans la Marina de Rome en Italie (Ferrario et al. 2016). Le travail de Corsini-Foka et al. (2015), en Avril 2014 dans des ports et marinas en Grèce, ont dénombré 13 ENI dans la Faliraki Marina et 5 ENI dans la Mandraki Marina. Cependant, il faut signaler que l'effort d'échantillonnage n'a pas été le même dans ces marinas. En effet, dans la

marina romaine la campagne a été réalisée pendant 6 heures par une seule personne alors que en Grèce, la campagne a été réalisée pendant 1 à 2 heures/site par 4 à 6 personnes. Au cours de notre campagne, une seule personne a relevé les ENI pendant une heure. Bien que notre effort d'échantillonnage a été le mois important le nombre des ENI était le plus élevé. Ce constat est probablement dû à l'attractivité de la Marina de Monastir. En effet, durant les dernières années une dynamique remarquable vue que la Marina de Monastir offre des tarifs de location par jour réduit pour les étrangers. En plus de de son positionnement stratégique en méditerranée et ça proximité de l'Europe, la Marina constitue un pôle attractif pour le tourisme maritime de loisirs. La Marina de Monastir se situe à 188 M (mille marin=1852 mètres) de Malte, 226 M de Palerme, 80 M de Pantelleria, 570 M DE Nice, 10 M de Sousse, 31 M de Mahdia et 142 M de Sidi Bou Saïd.

Vu le nombre important de ENI observées à La marina Cap Monastir, dans notre étude la Marina a été prise comme cas d'étude pour identifier et analyser les voies et le vecteur d'introduction des ENI dans la Baie de Monastir.

Le 6 Septembre 2018, 294 bateaux tunisiens et étrangers ont été présents dans la Marina. En Janvier et Septembre 2018, 218 bateaux ont accosté dans la Marina Cap Monastir dont 133 bateaux étrangers et 85 bateaux tunisiens avec une moyenne de 1 à 5 bateaux entrée/sortie par jour de la Marina. D'après l'analyse des voies de navigation des bateaux de plaisance dans la Marina, une voie de mouvement régional (interne) et international a été enregistrée.

Pour le Mouvement international, le nombre des bateaux étrangers entrant à la marina et leur lieu de provenance a été enregistré :Malta constitue la plus grande fraction avec 31.5% suivie par Palermo, Italie (22.5%); Trapanii, Italie (16%); Sardaigne, Italie (12%); Toulon, France (7.5%) ; Baleares, Espagne (6%) ; Grèce (3.5%) et finalement Novarossisk, Russia par un seul bateau qui a été arrivé à Cap Marina Monastir en 2018. Ceci nous amène à crier une carte de chemin d'invasion primaire des ENI vers la Marina Cap Monastir. La cartographie de chemin primaire d'invasion est un outil indispensable pour permettre d'identifier, d'évaluer et de gérer à la fois les activités sources de pression de propagule (ENI).

Pour la navigation dans les eaux territoriales, l'analyse des voies de navigation maritime montre qu'il existe 3 destinations principales des plaisanciers dans la Baie de Monastir, ports de pêche de Monastir, port de pêche de Sayada et port de pêche de Té Boulba. D'après nos résultats de prospection dans les ports de pêche, le plus grand nombre des ENI ont été trouvées

dans le port de pêche Monastir avec 14 ENI suivie par le port de pêche Sayada 12 ENI, port de Ksibet El Madiouni 10 ENI, puis port de Bekalta 9 ENI et enfin le port de Té Boulba par seulement 2 ENI. Ce dernier port est le seul avec la marina et le port de pêche de Monastir où a été signalée la présence la plante marine invasive *Halophila stipulacea*, très probablement cette plante marine a été transportée dans les filets des pêcheurs qui ont passé par le port de pêche de Monastir.

Le port de Té Boulba ne contient pas beaucoup d'espèces non indigènes ni natives ceci est probablement due à ces eaux très polluées par les hydrocarbures. En effet, c'est le plus grand port de pêche de cette région. De plus, les cordages ne sont pas mouillés. Il faut aussi noter que la période d'échantillonnage a correspondu à la saison de l'entretien de ce port.

D'après les résultats de prospection et l'analyse des voies de navigation régionale, ceci nous ramène à penser que les bateaux de plaisance sont la principale cause de la dissémination des ENI. Une carte de chemin d'invasion secondaire des ENI à partir de Marina Cap dans la Baie de Monastir a été établie basée sur les informations menées par le directeur de la police de frontières et des étrangers à Cap Marina.

Deux fermes aquacoles ont été prospectées, leurs localisations ont été choisies selon leurs positions par rapport à la zone sensible « les îles Kuriat » (AMCP). Les nombres des ENI ont été très variables entre les deux fermes d'aquaculture étudiées. Le nombre de ENI a été supérieur en face de la ville de Monastir (Prima Fish) avec 6 ENI par rapport à Te Boulba (Hanchia Fish) avec 2 ENI. Ceci peut être dû à la proximité de cette ferme au port de pêche de Monastir. Effectivement, d'après Campell et al. (2017) il est tout à fait possible que des ENI de bio-encrassement associé à un équipement d'aquaculture tel que des cordes et des bouées, peuvent être transportées vers le large.

La majorité des fermes aquacoles dans la Baie de Monastir, sont installées en face de la ville de Monastir et leurs bateaux sont dédiés pour alimenter les poissons étant embarqués dans le port de pêche de Monastir.

D'après la carte des zones à risques dans la Baie de Monastir, 5 fermes aquacoles ont été implantées en voisinage des îles Kuriat (AMCP) et d'après les résultats de surveillance on peut classer les fermes aquacoles comme « des stations de repos » pour les ENI. Ils pourraient faciliter certaines voies d'introduction des ENI aux îles Kuriat (AMCP).

Dans la troisième partie, un suivi des ENI dans les îles Kuriat a été réalisé en Aout 2018. 6 ENI ont été trouvées à l'AMCP Kuriat. Le grand nombre des ENI a été enregistré dans la petite Kuriat avec 6 ENI par rapport à la grande Kuriat par 3 ENI, probablement due à sa position géographique (près de Marina) et comptent des fermes aquacoles à leur proximité et elle est souvent fréquentée par les petits bateaux de pêche et de plaisance. Contrairement à la grande Kuriat qui est moins fréquentée puisqu'elle est une zone militaire interdite à la visite

Donc d'après les résultats du terrain, de l'analyse des voies de navigation et les positions des zones à risques par rapport à la zone sensible (les îles Kuriat, AMCP), le corridor principal d'introduction des ENI dans la Baie de Monastir est la navigation qui inclut plusieurs vecteurs tels que les bio-salissures présentes sur les coques des bateaux, les filets de pêche, les chaînes des ancres etc... (Minchin et al. 2009).

Bien que la méthode RAS soit plus rapide, plus pratique et moins coûteuse, cette méthode ne permet pas d'identifier tous les groupes d'espèces. Nous avons donc utilisé une autre méthode qui est « la science citoyenne ». Ces approches participatives offrent des options nouvelles et complémentaires pour détecter et étudier les introductions biologiques tout en favorisant la sensibilisation des communautés locales. En utilisant cette méthodologie, 14 espèces non indigènes ont été enregistrées, avec 72% de Chordata (poissons) des ENI totales, 21% de Crustacea et 7 % de Mollusca (Figure 12). Pour les poissons, aucune espèce trouvée aux environs des îles Kuriat.

Les deux méthodes RAS et la science citoyenne sont deux approches combinées (l'approche scientifique et l'approche sociale) aide à fournir une base de données plus rationnelle.

Dans la Baie de Monastir, une augmentation est relativement exponentielle du nombre de nouvelles ENI enregistrées au cours de la période de 2005 à 2018 avec 1,3 ENI par an. En méditerranée, d'après Zenetos et al. (2010) le taux d'introductions des ENI a été calculé à environ 1 espèce par 1,5 semaine entre 2005 et 2010 dans un autre travail de Zenetos et al. (2012) dans une période de Janvier 2011 et Octobre 2012, 48 nouvelles espèces ont été signalées dans la méditerranée, ce qui correspond à environ une nouvelle ENI toutes les deux semaines.

L'augmentation des ENI marines en Méditerranée est certainement attribuée à une augmentation des activités humaines, mais elle est également une conséquence du changement

climatique. De 1982 à 2016, la température dans la couche supérieure de la mer Méditerranée a augmenté à une tendance linéaire moyenne de $(9,92 \pm 0,95) 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C/jour}$ (Pastor et al. 2018).

Finalement, l'AMCP Kuriat face à une menace à l'introduction des ENI, et comme le phénomène de l'invasion biologique est presque toujours des processus à grande échelle, de sorte qu'il est certainement difficile pour la communauté scientifique de suivre l'apparition des ENI, de leur propagation dans les milieux naturels. Pour surmonter cette difficulté, une solution efficace consiste à impliquer les citoyens scientifiques et les ONGs dans le suivi des ENI. Dans ce contexte, les données issues de cette surveillance des ENI dans la Baie de Monastir sont capitales pour guider les mesures de prévention.

D'abord, une liste « Noire » des 11 ENI a été établie basée sur une liste des 44 ENI en Tunisie menée par le PNUE-PAM et le CAR/ASP en 2017 qui sont identifiées comme des espèces à surveiller.

Ensuite pour chaque espèce d'ENI de la liste « Noire », une action a été proposée pour les gestionnaires afin de prévenir l'établissement d'ENI dans les îles Kuriat.

Enfin, un programme de suivi des ENI dans les ports et la Marina de la Baie de Monastir et dans les îles Kuriat a été proposé pour les gestionnaires et qui se base sur les recommandations du programme national de surveillance des ENI en Tunisie.

VI. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Dans un contexte global de modification des écosystèmes côtiers, accentué par l'effet direct ou indirect des activités humaines, on a noté que le développement des ports, marinas et des fermes d'aquaculture à Monastir au cours des deux dernières décennies a fourni une plate-forme de propagation des espèces non indigènes (notamment les espèces envahissantes), vu que ces sites sont étroitement liés aux mouvements des navires (pêche, plaisance, navires commerciaux).

De ce fait, il serait indispensable de dresser un état des lieux général supporté par un suivi annuel des espèces non indigènes marines et particulièrement les espèces envahissantes.

Suite à ce constat, le Ministère des Affaires Locales et de l'Environnement avec le soutien du Centre d'Activités Régionales pour les Aires Spécialement Protégées a mis en place un programme national de surveillance pour la biodiversité et les espèces non indigènes en Tunisie conformément aux recommandations du programme régional d'évaluation et de surveillance intégrées de la mer et des côtes méditerranéennes et des critères d'évaluation connexes (IMAP). Ce programme national de surveillance permettra d'évaluer le degré de dégradation ou de changement dans l'écosystème marin et côtier en Tunisie et apportera des informations précieuses aux décideurs.

Pour la première fois en Tunisie, ce mémoire constitue la première pierre de cet édifice pour la mise en œuvre du programme national pour la surveillance des espèces non indigènes.

Ce programme de monitoring a été mis en place dans cinq ports de pêche, la Marina Cap Monastir, deux fermes d'aquaculture et une future aire marine et côtière protégée les îles Kuriat durant la période allant du mois de Mai à Septembre de l'année 2018.

Une méthode de RAS dans les ports, la Marina et deux fermes aquacoles et la méthode de relevés visuels sous-marins dans les îles Kuriat a été utilisée dans le but de détecter les espèces non indigènes dans la Baie de Monastir. La surveillance nous a permis d'identifier 23 espèces non indigènes appartenant aux taxons de Mollusques, des Arthropodes, des Chordés, des Bryozoaires, des Annélides et des Spongiaires (Porifera).

Symplegma brakenhielmi, *Paraleucilla magna* ont été signalées pour la première fois en Tunisie. Malgré le fait que l'ascidie *Symplegma brakenhielmi* est signalée pour la première en Tunisie, elle présente une forte progression et une grande distribution colonisant tous les supports artificiels.

Une troisième méthode de science citoyenne complémentaire a été utilisée pour détecter les espèces halieutiques invasives (Poissons et Mollusque) avec les pêcheurs dans la Baie de Monastir en favorisant la sensibilisation des communautés locales. D'après nos résultats, aucune espèce trouvée aux alentours des îles Kuriat.

Cependant, les îles Kuriat ont une grande variété d'habitats, tels que les fonds de Maërl et les récifs-barrières qui sont des repères naturels réparables d'une grande valeur patrimoniale. Or le phénomène d'invasion biologique dans le milieu marin est généralement irréversible, par conséquent la prévention des introductions est le mode de gestion prioritaire à mettre en place dans la Baie de Monastir précisément dans l'AMCP des îles Kuriat et le plus rentable tant écologiquement qu'économiquement.

Dans ce contexte, la deuxième partie dans cette mémoire est la création de deux cartes géographiques qui récapitulent le chemin d'invasion primaire et secondaire des ENI dans la Baie de Monastir et une carte des zones à risques pour identifier les zones qui pourraient être plus à risque de recevoir des ENI.

Dans la troisième partie, une liste « Noir » des ENI a été établie avec des recommandations sur l'action contre ces espèces et un programme de suivi des ENI dans les ports et la Marina de la Baie de Monastir et dans les îles Kuriat a été proposée pour les gestionnaires en se basant sur les recommandations du programme national de surveillance des ENI en Tunisie.

Finalement, sur les 40 espèces échantillonnées seulement 23 espèces ont été identifiées par le manque des experts en taxonomie sur terrain et au laboratoire. Une collaboration à l'échelle méditerranéenne et internationale avec des laboratoires de recherche et des experts serait très bénéfique pour un échange des compétences et pour la constitution d'un réseau de surveillance dans le bassin méditerranéen.

Le nombre d'espèces envahissantes marines recensées localement ne cessant de croître, il apparaît nécessaire de poursuivre le travail entamé et de développer les actions mises en œuvre dans les années à venir. Ceci passe par les actions suivantes :

- La sensibilisation auprès du grand public et des professionnels. Il convient d'accentuer cette sensibilisation auprès des aquaculteurs en poursuivant la mise en place de protocoles préventifs et curatifs de traitement des structures, afin de limiter la propagation de certaines espèces lors des manipulations liées à l'élevage.
- Mettre en place un réseau national public de suivi des espèces invasives géré par des scientifiques (plateforme, site web...)

- Recherche sur les cycles de vie des ENI : Une meilleure compréhension des caractéristiques biologiques qui favorisent ou non la propagation des ENI nous aidera à prévoir les futures infiltrations et à suggérer des mesures de gestion pour en atténuer l'impact.

Pour la Baie de Monastir, un suivi périodique avec la méthode d'évaluation rapide ainsi qu'une étude plus approfondie en plongée portant sur les espèces non-indigènes doit être programmée dans la marina de Cap Monastir et ses environs.

VII. REFERENCES

- Aissi, M., Ben Amer, IB., Moslah S. et Sghaier, YR. 2018. « First record of the spotted sea hare *Aplysia dactylomela* Rang, 1828 in the south Mediterranean coast (Kuriat Islands, Tunisia) ». 24(2):163-68.
- Antit M., Gofas S. et Azzouna A., 2009. A gastropod from the tropical Atlantic becomes an established alien in the Mediterranean. *Biol Invasions* DOI 10.1007/s10530-009-9532-2.
- APAL - CAR/ASP, 2010. Rapport de la Mission d'étude des habitats marins et des principales espèces des îles Kuriat (Tunisie) (octobre 2008) : 86 pp.
- Azzurro, E., Bolognini, L., Dragičević, B., Drakulović, D., Dulčić, J., Fanelli, E., Grati, F., Kolitari, J., Lipej, L., Magaletti, E., Marković, O., MatićSkoko, S., Mavrič, B., Milone, N., Joksimović, A., Tomanić, J., Scarpato, A., Tutman, P., Vrdoljak, D. et Zappacosta, F. 2018. « Detecting the occurrence of indigenous and non-indigenous megafauna through fishermen knowledge: A complementary tool to coastal and port surveys ». *Marine Pollution Bulletin* (June 2017).
- Bdioui, M. 2016. « Premier signalement du crabe bleu *Portunus segnis* (forskål, 1775) dans le sud du golfe de Hammamet (centre-est de la Tunisie) ». *Bull. Inst. Natn. Scien. Tech. Mer de Salammbô* 43:183-87.
- Ben Smida, MA., Hadhri N., Bolje, A., El Cafsi, M. et Rafika Fehri-Bedoui. 2014. « Reproductive Cycle and Size at First Sexual Maturity of Common Pandora *Pagellus Erythrinus* (Sparidae) From the Bay of Monastir (Tunisia, Central Mediterranean) ». *ANNALES · Ser. Hist. Nat.* · 24(1):31-40.
- Ben Souissi, J. 2015. « Les espèces non indigènes invasives et leurs impacts sur l'environnement et les activités économiques en mer Méditerranée ».
- Ben Souissi, J., Ben Salem, M. et Zaouali, J. 2006. *Tricellaria inopinata* (Bryozoa, Cheilostome), récolté pour la première fois en Tunisie (Lagune sud de Tunis: Tunisie septentrionale). Actes de la 8ème Conférence Internationale des Limnologues d'Expression.
- Ben Souissi, J., Kahri C., Ben Salem, M. et Zaouali, J. 2010. Les espèces non indigènes du macrobenthos des lagunes du sud-est tunisien : Point sur la situation. Rapports de la Commission Internationale pour l'Exploration Scientifique de la Mer Méditerranée, 39, pp: 449.
- Ben Soussi, J., Zaouali, J., Rezig, M., Bradai, MN., Quignard, JP. et Rudman, B. 2004.

Contribution à l'étude de quelques récentes migrations d'espèces exotiques dans les eaux Tunisiennes. *Rapp. Comm. Int. Mer Médit* 37:312

- Bertolino, M., Longo, C., Marra, MV., Correiro, G. et Pansini, M. 2014. *Paraleucilla magna* (Porifera, Calcarea), an alien species extending its range in the Mediterranean Sea. *Biologia Marina Mediterranea* 21:109-110
- Bey, A., Rezig, M., Ben Souissi, J. et Dridi, MS. 2001. Première mention de *Paradella diana* (Menzies, 1962) (Crustace, Isopode) dans le lac sud de Tunis. Etude morphologique et écologique de l'espèce. *Bull. Soc. Zool. France*, 126(1-2): 220-223
- Bianchi, CN. et Carl, M. 2000. « Marine Biodiversity of the Mediterranean Sea : Situation, Problems and Prospects for Future Research ». *Marine Pollution Bulletin* 40(5):367-76.
- Bitar, G. et Kouli-Bitar, S. 2001. Nouvelles données sur la faune et la flore benthiques de la cote Libanaise. Migration Lessepsienne [New data on benthic fauna and flora on the coast Lebanese. Lessepsian migration] *Thalassia Salentina* 25:71-74
- Bitar, G., Ocana, O., Ramos-Esplá, A. 2007. Contribution of the Red Sea alien species to structuring some benthic biocenosis in the Lebanon coast (Eastern Mediterranean) Rapports de la Commission International pour l'Exploration de la Mer Méditerranée 38:437
- Boudouresque, CF. 2012. « Les invasions et transferts avec une attention spéciale au milieu marin ». 248.
- Boudouresque, CF. et Marc, V. 2002. « Biological pollution in the Mediterranean Sea: Invasive versus introduced macrophytes ». *Marine Pollution Bulletin* 44(1):32-38.
- Boudouresque, CF. et Verlaque, M. 2010. Is global warming involved in the success of seaweed introductions in the Mediterranean Sea Seaweeds and their role in globally changing environments. Springer publication, Dordrecht, pp. 31-50.
- Bradai, M.N., Jribi, I., Bouain, A. et El Abed, A. 2004. « les îles kuriat : un site à protéger en tunisie the kuriat islands : a site to protect in tunisia ». *Biol. Mar. Medit* 11:47-50.
- Brosnahan, ML., David, M., Kulis, A R., Solow, DL., Erdner, LP., Jane, L. et Donald, MA. 2010. « Outbreeding lethality between toxic Group I and nontoxic Group III *Alexandrium tamarense* spp . Isolates : Predominance of heterotypic encystment and implications for mating interactions and biogeography ». *Deep-Sea Research Part II* 57(3-4):175-89.
- Campbell, ML., Brendan, G. et Hewitt, CL. 2007. « Survey evaluations to assess marine

bioinvasions ». 55:360-78.

- Campbell, ML., King, S., Heppenstall, LD., Van Gool, E., Martin, R. et Hewitt, CL. 2017. Aquaculture and urban marine structures facilitate native and non-indigenous species transfer through generation and accumulation of marine debris. *Marine Pollution Bulletin*, 123(1-2), 304-312. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.08.040>
- Carlton, JT. 1996. « Biological invasions and cryptogenic species ». *Ecological Society of America* 77(6):1653-55.
- Carman, MR., Bullard, SG., Rocha, RM., Lambert, G., Dijkstra, JA., Roper, JJ., Goodwin, A., Carman, MM. et Vail, EM. 2011. Ascidiars at the Pacific and Atlantic entrances to the Panama Canal. *Aquatic Invasions* 6(4):371-380
- Çinar, M., Bilecenoglu, M., Öztürk B., Can, A. 2006. New record of alien species on the Levantine coast of Turkey. *Aquatic Invasions* 1(2):84-90
- Comps, M. et Duthoit, JL. 1976. « Infection virale associée à la “maladie des branchies” de l’huître portugaise *Crassostea angulata* Lmk ». 283(1):1595-97.
- Corsini-Foka, M., Zenetos, A., Crocetta, F., Çinar, ME., Koçak, F., Golani, D., Katsanevakis, S., Tsiamis, K0, Cook, E., Frogli, C., Triandaphyllou, M., Lakkis, S., Kondylatos, G., Tricarico, E., Zuljevic, A., Almeida, M., Cardigos, F., Caglar, S., Durucan, F., Fernandes, A., Ferrario, J., Haberle, I., Louizidou, P., Makris, J., Maric, M., Mici, D., Mifsud, C., Nall, C., Kytonou, E., Poursanidis, D., Spigoli, D., Stasolla, G., Yapici, S, et Roy, HE. 2015. Inventory of alien and cryptogenic species of the Dodecanese (Aegean Sea, Greece): collaboration through COST action training school. *Management of Biological Invasions* 6(4):351-366
- Cvitković, I., Despalatović, M., Grubelić, I., Nikolić, V., Pleše, B. et Žuljecić, A. 2013. Occurrence of *Paraleucilla magna* (Porifera: Calcarea) in the Eastern Adriatic Sea. *Acta Adriatica* 54:93-99
- Deferrari, CM., Robert, JN., Collette, M. et Robert, J. 1994. « A multi-scale assessment of the occurrence of exotic plants on the Olympic Peninsula , Washington ». 5(2):247-58.
- Djellouli, A., 1987. Sur la présence de *Codium fragile* (Surin- gar) Hariot (Codiaceae, Ulvophyceae) en Tunisie. *Bulletin de la Société Linnéenne de Provence*, 39, 103-105.
- Elton CS., 1958. *The ecology of invasions by animals and plants*, Chapman and Hall, London.

- Enzenross, L. et Enzenross, R. 2001. Untersuchungen über das Vorkommen mariner Mollusken in Tunesischen Gewässer. *Schriften für Malakozoologie-Cismar*, 17, 45-62.
- Feldmann, J. et Feldmann, G. 1939. Additions à la flore des algues marines de l'Algérie. *Bulletin de la Société de l'Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord*, 30(2), 453-464.
- Ferrario, J., Ulman, A., Marchini, A., Saracino, F. et Occhipinti-Ambrogi, A. (2016). Non-indigenous fouling species in the marina of Rome. *Biologia Marina Mediterranea*, 23(1), 224-225.
- Fromont Nicolas, « Les sciences participatives au service de la gestion du littoral : l'observatoire citoyen medobs-sub », *Pour* 2014/3 (N° 223), p. 69-77. DOI 10.3917/pour.223.0069
- Galil, BS. 2009. « Taking stock : inventory of alien species in the Mediterranean sea ». *Biol Invasions* 11:359-72.
- Galil, BS. 2012. « Truth and consequences: The bioinvasion of the Mediterranean Sea ». *Integrative Zoology* 7(3):299-311.
- Galil, BS., Marchini, A., Occhipinti-ambrogi, A. et Ojaveer, H. 2017. « The enlargement of the Suez Canal – Erythraean introductions and management challenges ». 8(2):141-52.
- Gerovasileiou, V., Ekhk, EH., Akyol, O., Alongi, G., Azevedo, F., Babali, N., Bakiu, R., Bariche, M., Bennoui, A., Castriota, L., Chintiroglou, CC., Crocetta, F., Deidun, A., Galinou-Mitsoudi, S., Giovos, I., Gökoğlu, M., Golemaj, A., Hadjioannou, L., Hartingerova, J., Insacco, G., Katsanevakis, S., Kleitou, P., Korun, J., Lipej, L., Malegue, M., Michailidis, N., Mouzai, TA., Ovalis, P., Petović, S., Piraino, S., Rizkalla, SI., Rousou, M., Savva, I., Şen, H., Spinelli, A., Vougioukalou, KG., Xharahi, E., Zava, B. et Zenetos, A. 2017. New Mediterranean Biodiversity Records (July, 2017) *Mediterranean Marine Science* 18:355-384
- Guardiola, M., Frotcher, J. et Uriz, MJ. 2016. High genetic diversity, phenotypic plasticity, and invasive potential of a recently introduced calcareous sponge, fast spreading across the Atlanto-Mediterranean basin. *Marine Biology* 163(5):123
- Gutierrez, S. et Brown, FD., 2017. Vascular budding in *Symplegma brakenhielmi* and the evolution of coloniality in styelid ascidians. *Developmental Biology*, 423(2), pp.152-169.
- Hamel, G., 1926. Quelques algues rares ou nouvelles pour la flore méditerranéenne. *Bulletin du Muséum national d'Histoire naturelle*, 32(6), 420.
- Katsanevakis, S., Dimitrios P., Yokes, MP., Mačić, V., Beqiraj, S., Kashta, L., Sghaier, YR.,

- Zakhama-Sraieb, R., Benamer, I., Bitar, G., Bouzaza, Z., Magni, P., Bianchi, CN., Tsiakkios, L. et Zenetos, A. 2011. « Twelve years after the first report of the crab *Percnon gibbesi* (H. Milne Edwards, 1853) in the Mediterranean: Current distribution and invasion rates ». *Journal of Biological Research* 16:224-36.
- Kennedy, TA., Shahid, N. et Howe, KM. 2002. « Biodiversity as a barrier to ecological invasion ». *Nature* 417(June):637-38.
- Khedhri, I., Tovar-Hernández, MA., Bonifácio, P., Ahmed, A. et Aleya, L. 2017. « First report of the invasive species *Branchiomma bairdi* McIntosh, 1885 (Annelida: Sabellidae) along the Tunisian coast (Mediterranean Sea) ». *Bioinvasions Records* 6(2):2007-11.
- Kott P. 2004. Ascidiacea (Tunicata) in Australian waters of the Timor and Arafura. Beagle, Records of the Museum and Art Galleries of the Northern Territory 20:37-81
- Kott, P. 1985. The Australian Ascidiacea Pt I, Phlebobranchia and Stolidobranchia. Memoirs of the Queensland Museum, 23 1-440.
- Langar, H., Djellouli, AS., Sellem, F. El Abed, A., 2002. Extension of two *Caulerpa* species along the Tunisian coast. *Journal of Coastal Conservation* 8, 163–167.
- Leung, B., Drake, JM., et Lodge, DM. 2004. « Predicting invasions : propagule pressure and the gravity of allee effects ». *Ecology* 85(6):1651-60.
- Longo, C., Liaci, L., Manuel, M. et Correiro, G. 2004. Note sui poriferi del Mar Grande e del Mar Piccolo do Taranto (Mar Ionio) *Biologia Marina Mediterranea* 11:440-443
- Longo, C., Mastrototaro, F. et Corriero, G. 2007. Occurrence of *Paraleucilla magna* (Porifera: Calcarea) in the Mediterranean Sea. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 87(6):1749-1755
- Longo, C., Pontassuglia, C., Corriero, G. et Gaino, E. 2012. Life-cycle traits of *Paraleucilla magna*, a calcareous sponge invasive in a coastal Mediterranean Basin. *PLOS ONE* 7(8):e42392
- Maciver, SK., Evans, J., Borg, JA., Ramos-Esplá, A. et Schembri, PJ. 2017. « Status of the “Mangrove tunicate” *Ecteinascidia turbinata* (Ascidiacea: Perophoridae) in the Mediterranean Sea ». *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 97(2):369-76.
- Madhioub, MN. et Zaouali, J. 1988. Captage de l'huître *Crassostrea gigas* dans le lac Ichkeul.

Bulletin de l'Institut National Scientifique et Technique d'Océanographie et de Pêche de Salambô, 15: 47-60.

Marra, MV., Bertolino, M., Pansini, M., Giacobbe, S., Manconi, R. et Pronzato, R. 2016. Long-term turnover of the sponge fauna in Faro Lake (North-East Sicily, Mediterranean Sea) *Italian Journal of Zoology* 83(4):579-588

MedMPA, 2004. Elaboration du plan de gestion de la partie marine du parc national de Zembra et Zembretta. Projet Régional pour le développement d'aires protégées marines et côtières dans la région Méditerranéenne (Projet MedMPA), Rapport global des travaux de prospection marine.

Méliane, I., 2002. Contribution to the knowledge of the ascidian fauna in the South East of Tunisia. Memoria de suficiencia investigadora, Universidad de Alicante : 53pp.

Michelle, CM. et Carla, MD.1998. « Impacts of biological invasions on disturbance regimes ». 5347(97):195-98.

Minchin, D., Gollasch, S., Cohen, AN., Hewitt, CL. et Olenin, S. 2009. « Characterizing Vectors of Marine Invasion ». (Minchin 2007):109-16.

Minchin, D., Gollasch, S., Cohen, AN., Hewitt, CL. et Olenin, S., 2009. Characterizing vectors of marine invasion. In: Rilov, G., Crooks, J.A. (Eds.), *Biological Invasions in Marine Ecosystems: Ecological, Management, and Geographic Perspectives*. Series, Ecological Studies, vol. 204 (XXVI). Springer-Verlag, pp. 109–116.

Missaoui, H., Mahjoub, M.S., Chalghaf, M., 2003. Sur la présence de la phanérogame marine *Halophila stipulacea* (Forskal) dans le golfe de Gabès (Tunisie). Bulletin de l'Institut National des Sciences et Technologies de la Mer de Salambô, 30, 111-114.

Monniot, F. 2016. Ascidiens (Tunicata) of the French Guiana expedition. *Zootaxa* 4114(3):201-245

MPO. 2012. « avis scientifique découlant de l'évaluation du risque d'introduction, par les navires, d'espèces aquatiques non indigènes dans l'arctique canadien ». 1-13.

Nouri, J., Danehkar, A. et Sharifipour, R. 2007. « Evaluation of the Ecological Sensitivity in the Northern Coastal area Of the Persian Gulf ». *J. Appl. Sci. Environ. Manage. December* 11(4):119-23.

Occhipinti-ambrogi, A. et Galil, BS. 2004. « A uniform terminology on bioinvasions : a

chimera or an operative tool ? » 49:688-94.

Otero, M., Cebrian, E., Francour, P., Galil, B. et Savini, D. 2013. « Monitoring Marine Invasive Species in Mediterranean Marine Protected Areas (mpas): A strategy and practical guide for managers ». *Malaga, Spain: IUCN*. 136.

Papacostas, KJ., Rielly-Carroll, EW., Georgian, SE., Long, DJ., Princiotta, SD., Quattrini, AM., Reuter, KE. et Freestone, AL. 2017. « Biological mechanisms of marine invasions ». *MARINE ECOLOGY PROGRESS SERIES* 565:251–268.

Parker, IM., Simberloff, D., Lonsdale, WM., Goodell, K., Wonham, M., Kareiva, PM., Williamson, MH., Holle, BV., Moyle, PB., Byers, JE. et Goldwasser, L., 1999. « Impact : toward a framework for understanding the ecological effects of invaders ». *BIOLOGICAL INVASIONS* 1:3-19.

Pascal M., Lorvelec O., Vigne JD., Keith P., Clergeau P. 2003. Evolution holocène de la faune de vertébrés de France : invasions et disparitions. Rapport au ministère de l'écologie et du développement durable (direction de la nature et des paysages), Inra-CNRS-MNHN Paris. 381

Pastor, F., Valiente, J. A., et Palau, J. L. (2018). Sea Surface Temperature in the Mediterranean: Trends and Spatial Patterns (1982–2016). *Pure and Applied Geophysics*, 175(11), 4017-4029. <https://doi.org/10.1007/s00024-017-1739-z>

Pavan, G. 2008. The shipping noise issue, a challenge for the survival and welfare of marine life. Vol. 1.

Perrings, C, Dehnen-Schmutz, K., Touza, J. et Williamson, M. 2005. « How to manage biological invasions under globalization ». *Trends in Ecology and Evolution* 20(5):212-15.

PNUE-PAM-CAR/ASP, 2017. Programme National de surveillance de la biodiversité marine et des espèces non indigènes en Tunisie. Par Ben Haj S., Ed. CAR/ASP – Projet ecapmedii, Tunis, 49 pages.

Poorter, Maj De. 2006. *Menace en mer*. Edité par UICN. Suisse.

Ramos-Aspla, A. Et Ben Mustapha K. 2010. « Rapport de la mission d'étude des habitats marins et ses principales espèces des Iles Kuriat (Tunisie) ». *APAL.RAC/SPA* (December 2015):1-86.

- Rezig, M. 1978. Sur la présence de *Paracerceis sculpta* (Crustacé, Isopode Flabellifère) dans le lac de Tunis. Bull. Off. Natn. Pêch. Tunisie, 2 (1-2): 175-191.
- Rifi, M., Ben Souissi, J., 2014. Première mention du poulpe palmée *Tremoctops gracilis* (Eydoux et Souleyet, 1852) dans le Golfe de Tunis. P. 19. In: Proceedings du 4ème congrès
- Sallemi, R. 2010. Analyse spatiale des usages au sein de la future aire marine protégée des îles Kuriat. Master, Univ. Manouba, 154p.
- Seurat, LG. 1934. Formations littorales et estuaires de la Syrte mineure (Golfe de Gabès). Bulletin de l'Institut National des Sciences et Technologies de la Mer de Salammbô, 32, 1-65.
- Sghaier, YR., Mouelhi, S., Vazquez, M. et Valle, C. 2016. « Review of alien marine macrophytes in Tunisia ».
- Sghaier, YR., Zakhama-Sraieb, R., Benamer, I. et Charfi-Cheikhrouha, F. 2011. « Occurrence of the seagrass *Halophila stipulacea* (Hydrocharitaceae) in the southern Mediterranean Sea ». *Botanica Marina* 54(6):575-82.
- Shenkar, N. 2008. Ecological aspects of the ascidian community along the Israelin coasts. Israel: Tel Aviv University, Tel Aviv. Phd thesis
- Streftaris, N. et Zenetos, A. 2006. « Alien Marine Species in the Mediterranean - the 100 'Worst Invasives' and their Impact ». *Mediterranean Marine Science* 7:87-118.
- Tabacchi, AMP., Tabacchi, E., Naiman, RJ., Deferrari, C. et Decamps, H. 1996. « Invasibility of Species-Rich Communities in Riparian Zones ». 10(2):598-607.
- Thétis Cabinet. 2014. « Projet Régional pour le Développement d'un Réseau Méditerranéen d'Aires Protégées Marines et Côtières (AMP) à travers le renforcement de la Création et de la Gestion d'amp ».
- Tlig-Zouari, S., Rabaoui, L., Irathni, I. et Ben Hassine, OK. 2009. « Distribution, habitat and population densities of the invasive species *Pinctada radiata* (Molluca: Bivalvia) along the Northern and Eastern coasts of Tunisia ». *Cahiers de Biologie Marine* 50(2):131-42.
- Topaloğlu, B., Evcen, A. et Çınar, M. 2016. Sponge fauna in the Sea of Marmara. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 16:51-59.
- Ulman, A., Ferrario, J., Occhpinti-Ambrogi, A., Arvanitidis, C., Bandi, A., Bertolino, M., Bogi,

- Chatzigeorgiou, CG., Çiçek, BA., Deidun, A., Ramos-Esplá, A., Koçak, C., Lorenti, Martinez-Laiz, MG., Merlo, G., Princisgh, E., Scribano, G. et Marchini, A. 2017. « A massive update of non-indigenous species records in Mediterranean marinas ». *Peerj* 5:e3954.
- UNEP/MAP/RAC/SPA. 2008. « Guidelines for Controlling the Vectors of Introduction into the Mediterranean of Non-indigenous Species and Invasive Marine Species ». 18 pp.
- Vassel, E. 1897. Sur la Pintadine du Golfe de Gabès. Association Française pour l'Avancement des Sciences, 1896: 458-466.
- Williams, S., Davidson, I., Pasari, J., Ashton, G., Carlton, J., Crafton, R., Fontana, E., Grosholz, E., Miller, A., Ruiz, G. et Zabin, C. 2013. Managing Multiple Vectors for Marine Invasions in an Increasingly Connected World. *BioScience* 63: 952–966, <https://doi.org/10.1525/bio.2013.63.12>.
- Zaafrane, S. et Maatouk, K.. 2016. « Note sur la présence de l'espèce *Siganus rivulatus* (Forsskal , 1775) au niveau des côtes – Est de la Tunisie . » *Le Bulletin de l'instm est* 43:169-77.
- Zammit, PP., Longo, C. et Schembri, P. 2009. Occurrence of *Paraleucilla magna* Klautau et al., 2004 (Porifera: Calcarea) in Malta. *Mediterranean Marine Science* 10(2):135-138
- Zenetos, A., Gofas, S., Morri, C., Rosso, A., Violanti, D., Garcia Raso, J.E., Cinar, M.E., Almogi-Labin, A., Ates A.S, Azzurro, E., Ballesteros, E., Bianchi, C.N., Bilecenoglu, M., Gambi, M.C., Giangrande, A., Gravili, C., Hyams-Kaphzan, O., Karachle, P.K., Katsanevakis, S., Lipej, L., Mastrototaro, F., Mineur, F., Pancucci- Papadopoulou, M.A., Ramos-Espla, A., Salas, C., San Martin, G., Sfriso, A., Streftaris, N. et Verlaque, M. 2012 - Alien species in the Mediterranean Sea by 2012. A contribution to the application of European Union's Marine Strategy Framework Directive (MSFD). Part 2. Introduction trends and pathways. *Medit. mar. Sci.*, 13 : 328–352.
- Zibrowius, H., 1978. Quelques récoltes de Serpulidae (Annelida Polychaeta) sur les côtes Nord de la Tunisie. *Bulletin de l'Office National de Pêche, Tunisie*, 2, 211-222.

Résumé

Dans un contexte global de modification des écosystèmes côtiers, accentué par l'effet direct ou indirect des activités humaines, on a noté que le développement des ports et marinas à Monastir au cours des deux dernières décennies a fourni une plate-forme de propagation des espèces non indigènes (ENI) (notamment les espèces envahissantes), vu que ces sites sont étroitement liés aux mouvements des navires (pêche, plaisance, navires commerciaux).

De ce fait, il serait indispensable de dresser un état des lieux général, suite à ce constat, Dans le programme national de surveillance pour la biodiversité et les espèces non indigènes en Tunisie (2017) avec un chapitre qui a été dédié aux espèces non indigènes.

Cette étude est une contribution de mise en œuvre du programme national pour la surveillance des espèces non indigènes dans la Baie de Monastir.

Dans ce rapport, les zones à risques dans la Baie de Monastir ont été répertoriées dans une carte géographique. Ceci constitue la première étape de la mise en place d'un réseau de surveillance dans la baie de Monastir. Une liste de 23 ENI dans la Baie de Monastir a été établie pour la première fois en Tunisie, en utilisant deux méthodes: Rapid Assessment Survey dans les zones à risque et méthode de relevés visuels sous-marine dans une zone sensible (l'AMCP les îles Kuriat). Une approche de science citoyenne a été abordée pour collecter des données sur les espèces halieutiques invasives (Poissons et Mollusques). Cette approche participative offre des options nouvelles et complémentaires pour détecter et étudier les introductions biologiques tout en favorisant la sensibilisation des communautés locales.

Les voies de navigation ont été utilisées pour identifier les chemins d'invasion primaire et secondaire des ENI dans la Baie de Monastir et Les résultats ont été répertoriés sous forme des cartes géographiques.

Dans cette étude, des recommandations ont été effectuées pour mettre en œuvre un effort régional plus structuré pour créer un réseau de surveillance cohérente d'AMCP Kuriat et dans les zones à risque.

Mots clés : Espèces non indigènes marines, Espèces invasives, Baie de Monastir, Aire marine protégée, les îles Kuriat.