



**Republic of Lebanon**  
Ministry of Environment



**NATIONAL MONITORING PROGRAMME FOR BIODIVERSITY IN  
LEBANON (NMPBL)  
EO2 – NON INDIGENOUS SPECIES (NIS)**

**By  
Ghazi BITAR**

## TABLE OF CONTENTS

	Page
<b>ACRONYMS</b>	03
<b>I. Introduction</b>	04
<b>II. Enjeux du programme de surveillance des espèces non indigènes (objectif écologique OE2)</b>	04
<b>III. Indicateur commun 6 de l'objectif écologique OE2-IC6</b>	05
<b>III. 1. Vecteurs d'introduction</b>	06
<b>III. 2. Les espèces non indigènes</b>	06
<b>III. 2. 1. Les macrophytes non indigènes</b>	06
<b>III. 2. 2. Les invertébrés non indigènes</b>	09
<b>III. 2. 3. Les poissons non indigènes</b>	14
<b>III. 2. 4. Espèces non indigènes dans les zones à risques</b>	16
<b>III. 2. 4. 1. Cas des ports</b>	16
<b>III. 2. 4. 2. Cas des biosalissures (fouling)</b>	17
<b>IV. Impacts des espèces non indigènes</b>	18
<b>IV. 1. La compétition pour l'espace</b>	18
<b>IV. 2. La compétition pour la nourriture</b>	18
<b>IV. 3. La Prédation</b>	19
<b>IV. 4. Impact direct des ENI sur la santé humaine et les activités humaines</b>	19
<b>IV. 5. La vulnérabilité</b>	19
<b>IV. 6. Rôle du changement climatique</b>	19
<b>IV. 7. Etat critique de quelques espèces indigènes</b>	20
<b>V. Mise en œuvre de la surveillance et plan opérationnel</b>	21
<b>V. 1. Les moyens, les outils et les méthodes utilisés</b>	21
<b>V. 2. Dispositifs de surveillance</b>	21
<b>V. 3. Implications opérationnelles demandées et proposées pour le bon suivi du programme</b>	21
<b>V. 3. 1. Ressources humaines</b>	21
<b>V. 3. 2. Matériel et appareillages demandés</b>	22
<b>V. 3. 3. Sites à surveiller</b>	22
<b>V. 3. 4. Stratégie d'exploration et d'échantillonnage</b>	23
<b>V. 3. 5. Stockage, partage et accès aux données scientifiques</b>	23
<b>V. 3. 6. Lien avec les autres programmes de surveillance</b>	23
<b>V. 3. 7. Responsables de la mise en œuvre</b>	23
<b>V. 3. 8. Durabilité financière (budget)</b>	23
<b>V. 3. 9. Conclusion et recommandations sur la mise en œuvre du programme</b>	24
<b>Références</b>	26

## **ACRONYMS**

BEE: Bon Etat Ecologique  
CAR/ASP: Centre des Activités Régionales sur les Aires Spécialement Protégées  
DCSMM: directive cadre stratégie pour le milieu marin  
EEE: Espèce exotique envahissante (EEE)  
ENI: Espèce non-indigène  
EO: Ecological Objective  
GEF: Global Environment Facility  
GES: Good Ecological Status  
IAS: Invasive Alien Species  
IMAP: Integrate Monitoring and Assessment Programme  
IUCN: International Union for Conservation of Nature  
MAP: Mediterranean Action Plan  
MoE: Ministry of Environment  
NBSAP: National Biodiversity Strategy and Action Plan  
NIS: Non Indigenous Species  
NMPBL: National Monitoring Programme for Biodiversity in Lebanon  
OE: Objectif Ecologique  
SPA/RAC: Specially Protected Area Regional Activity Centre  
UNEP: United Nations Environment Programme

## **I. Introduction**

En absence de réglementation concernant les espèces non indigènes (ENI) et en particulier les espèces marines, la Stratégie et Plan d'Action National pour la Biodiversité (SPANB) est la suivante : «

D'ici 2030, la biodiversité du Liban est valorisée et gérée durablement ». " (MoE / UNEP / GEF, 2016) "La préservation et la conservation de ses écosystèmes et de ses habitats et la fourniture de biens et services écosystémiques.

Cette vision pose un défi important pour la biodiversité ; Ces mesures sont présentées sous treize priorités. L'une d'entre elles est «Espèces exotiques envahissantes» et les autres sont «espèces menacées», «diversité génétique», «aires protégées», «gestion et utilisation durables des écosystèmes et des ressources naturelles», «restauration des écosystèmes», «accès et Partage des avantages », communication, éducation et sensibilisation du public, intégration de la biodiversité dans les politiques et les plans nationaux et sous-nationaux, changement climatique, recherche et transfert des connaissances, cadre institutionnel et juridique et mobilisation des ressources. Le plan d'action pour atteindre la vision comprend 18 objectifs nationaux et leurs 91 actions nationales respectives. Progrès vers les objectifs des actions nationales (actions politiques institutionnelles, techniques, législatives, économiques ou autres) ; qui consistent la poursuite des programmes et des pratiques existants et comprennent de nouvelles initiatives basées sur l'évolution des circonstances et l'évolution de la science (MoE / UNEP / GEF, 2016).

Selon l'objectif national sur les espèces exotiques envahissantes (EEE), d'ici 2030, des mesures efficaces sont en place pour contrôler l'introduction des EEE dans l'environnement.

## **II. Enjeux du programme national de surveillance des espèces non-indigènes (ENI) (Objectif Ecologique 2- OE2)**

Les objectifs du programme national de surveillance des espèces non indigènes sont de fournir des informations permettant d'évaluer l'état écologique des habitats et veiller à ce que ces espèces introduites par les activités humaines sont, dans la mesure du possible, à des niveaux qui ne nuisent pas à l'écosystème et par suite à ce que les introductions d'espèces non indigènes sont minimisées au maximum possible afin d'atteindre le Bon Etat Ecologique (BEE) (Good Environmental Status, GES).

L'enjeu de la surveillance des ENI consiste à mettre en place une veille de l'arrivée de nouvelles espèces et de suivre l'extension de celles déjà introduites.

Les espèces non indigènes peuvent entraîner des changements imprévisibles et irréversibles dans les écosystèmes marins, tels que la compétition ou la prédation avec les espèces indigènes et/ou la restructuration des habitats. Divers impacts économiques ou sur la santé humaine peuvent également se produire, via par exemple la modification des habitats, les biosalissures (fouling) ou les efflorescences algales nuisibles et les méduses urticantes comme *Rhopilema nomadica*.

## **III. Indicateur commun 6 de l'objectif écologique OE2-IC6: "Les tendances en matière d'abondance, d'occurrence temporelle et de distribution spatiale des espèces non indigènes, particulièrement les espèces invasives non indigènes, notamment dans les zones à risque en relation avec les principaux vecteurs et itinéraires de la dissémination de telles espèces"**

Cette partie est basée particulièrement sur les observations personnelles de G. Bitar depuis plus de 35 ans et sur des données inédites et sur ses publications scientifiques seul ou en collaboration avec des chercheurs internationaux depuis 1981: Abboud-Abi Saab *et al.*, 2003 ; Bitar, 1996, 1999, 2008, 2010 a et b, 2011, 2013, 2014 ; Bitar & Bitar-Kouli, 1995 a et b; Bitar *et al.*, 2000 ; Bitar & Kouli- Bitar, 1996, 1998, 2001 ; Bitar *et al.*, 2007; Bitar *et al.*, 2017 ; Bitar & Zibrowius H., 1997 ; Crocetta *et al.*, 2013 a et b ; Crocetta *et al.*, 2014 ; Harmelin *et al.*, 2007, 2009 ; Harmelin-Vivien *et al.*, 2005 ; Kapisiris *et al.*, 2014 ; Katsanevakis *et al.*, 2011 ; Logan *et al.*, 2002; Morri *et al.*, 2009 ; RAC/SPA - UNEP/MAP, 2014 ; Zenetos *et al.*, 2015; Zibrowius & Bitar, 1981 et 2003. Il en est aussi des travaux suivants: Abdul Malak *et al.*, 2011 ; Basson *et al.*, 1976 ; Bellan-Santini *et al.*, 1994 ; Golani *et al.*, 2006 ; Gruvel, 1931 ; Lakkis, 2013 ; Lakkis & Novel-Lakkis, 2000 ; Lebanon's Marine Protected Area Strategy, 2012 ; Louisy, 2002 ; MoE/UNEP/GEF, 2016 ; Mouneimné, 2002 ; RAC/SPA-UNEP/MAP, 2014 ; UNEP/IUCN/GIS-Posidonia, 1990 ; UNEP-MAP-RAC/SPA, 2006 ; UNEP-MAP-RAC/SPA., 2015.

En se basant sur les recommandations de l'IMAP, le programme national de surveillance des ENI doit être basé sur une approche de risque qui exige de se concentrer sur les espèces exotiques envahissantes (EEE). Les méthodologies et les mesures de contrôle et d'assurance de la qualité sont décrites dans les orientations de surveillance et d'évaluation intégrées ([http://www.rac-spa.org/sites/default/files/ecap/ig22\\_inf7.pdf](http://www.rac-spa.org/sites/default/files/ecap/ig22_inf7.pdf)). Une fiche descriptive d'orientation a été élaborée pour chaque indicateur commun décrivant les protocoles et les techniques de surveillance à adopter dans le cadre de la mise en œuvre du processus EcAp ([https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/21262/17wg444\\_6\\_eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/21262/17wg444_6_eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y)).

L'examen de différents documents des programmes de surveillance de la France qui rentrent dans la directive cadre stratégie pour le milieu marin (DCSMM) qui sont disponibles sur sites internet sont jugés particulièrement pertinents et utiles en particulier ceux de la sous-région marine Méditerranée Occidentale.

La surveillance de l'indicateur commun 6 en relation avec les ENI décrit la tendance l'abondance, l'occurrence et l'évolution temporelle et la distribution spatiale, en particulier des espèces invasives non indigènes, principalement dans les zones à risques ou les points chauds d'introduction (ports et leurs environs, quais, marinas, installations d'aquaculture, sites de diffusion d'effluents chauds issus des centrales électriques, installations en haute mer). Il en est de même dans les zones d'intérêt spécial telles que les zones marines protégées selon une approche au cas par cas, le cas échéant, en fonction de leur proximité avec les points chauds d'introduction des espèces exotiques.

Pour donner une idée de la caractérisation écologique des espèces non indigènes, il faut évoquer les volets suivants: les vecteurs d'introduction, les caractéristiques des espèces non indigènes existantes ainsi que leurs statuts, leurs origines et leurs impacts sur les espèces et les habitats indigènes.

### **III. 1. Vecteurs d'introduction**

Les vecteurs d'introduction d'espèces non indigènes peuvent se regrouper en trois catégories: les introductions délibérées (intentionnelles), les espèces évadées (fugitives ou accidentelles) et les espèces clandestines (stowaways). Les principaux vecteurs sont: le Canal de Suez, les espèces accompagnatrices d'espèces aquacoles, les biosalissures ou le fouling (Pétroliers, bateaux de commerce, de plaisance, transports régionaux, plateformes de forage, bouées, piliers...), les eaux de ballast, l'évasion d'espèces aquacoles (l'aquaculture), les espèces échappées d'aquarium (aquariologie) et les appâts pour la pêche. De loin, c'est le Canal de Suez est le vecteur principal de l'introduction d'espèces non indigènes au Liban suivi par la navigation.

### III. 2. Les espèces non indigènes au Liban

Les espèces non indigènes appartenant aux macrophytes, aux invertébrés surtout benthiques et des poissons signalés et/ou capturés tout le long de la côte libanaise sont considérées. Selon le tableau 1, le nombre total des espèces enregistrées s'élève à 1588 dont 237 sont des espèces non indigènes. Elles se répartissent en 207 macrophytes dont 29 ENI, 1072 invertébrés dont 156 ENI et 309 poissons dont 52 ENI (Bitar données inédites).

Tableau 1. Statistiques des espèces indigènes et non indigènes des macrophytes et des invertébrés benthiques ainsi que des poissons au Liban

Taxa	Nombre total d'espèces	Nombre des ENI
Macrophytes	207	29
Invertébrés	1072	156
Poissons	309	52
Total	1588	237

#### III. 2. 1. Les macrophytes non indigènes

Les 29 espèces macrophytes se répartissent en 3 Chromobionta, 13 Rhodobionta, 12 Chlorobionta and 1 Streptobionta (Bitar *et al.*, submitted).

Le tableau 2 résume toutes les caractéristiques qui donnent une vue d'ensemble de chaque espèce: statut ; date, localité et référence de la première signalisation au Liban, l'origine, le vecteur d'introduction et le succès d'établissement.

**Table 2.** List of exotic marine macrophytes of the Lebanese coast, with alien status, date, locality and source of the first record in Lebanon, origin, putative pathways of introduction and establishment success. **Alien status:** Al = Alien (non indigenous); Cr = Cryptogenic; Qu = Questionable. **Origin:** A = Atlantic; IP= Red Sea / Indo-Pacific. **Pathways:** Categories / Subcategories according to the CBI (2014) classification: C/CAE = Corridor / Canal of Ancient Egyptians; C/SC = Corridor / Suez Canal; R/Aq = Release in nature / Aquarium species; T-C/A = Transport-Contaminant / Aquaculture; T-S/Sh = Transport-Stowaway / Ship hull fouling or ballast water. **Establishment success in Lebanon:** E = established; Inv = invasive; C = casual; E? = establishment to precise by further investigation. \* = Identification requiring confirmation. (d'après Bitar *et al.*, submitted)

TAXA (NIS)	STATUS	DATE	LOCALITY	SOURCE	ORIGIN	PATHWAYS	SUCCESS
<b>CHROMOBIONTA</b>							
<i>Padina boergesenii</i> Allender & Kraft	Al	1992	Tripoli	Bitar, 1999	IP	C/SC	E
<i>Spatoglossum variabile</i> Figari & De Notaris	Al	2009	Tabarja	Present study	IP	C/SC	E
<i>Stypopodium schimperi</i> (Kützing) Verlaque & Boudouresque	Al	1991	Barbara	Bitar, 1999	IP	C/SC	Inv
<b>RHODOBIONTA</b>							
<i>Acanthophora nayadiformis</i> (Delile) Papenfuss	Cr	1991	Tabarja	Bitar, 2010b	IP	C/CAE C/SC T-S/Sh	E
<i>Asparagopsis taxiformis</i> (Delile) Trevisan de Saint-Léon (Tetrasporophyte)	Cr	1973	Selaata, Barbara, Zouk Mkayel Khalde	Basson <i>et al.</i> , 1976	A/IP?	C/CAE C/SC T-S/Sh	E
<i>Asparagopsis taxiformis</i> (Delile) Trevisan de Saint-Léon (Gametophyte)	Cr	1993	Barbara, Batroun	Bitar <i>et al.</i> , 2000	A/IP ?	C/CAE C/SC T-S/Sh	E
<i>Chondria coerulescens</i> (J. Agardh) Falkenberg*	Qu	1973	North Lebanon	Basson <i>et al.</i> , 1976	A	T-C/A	E
<i>Galaxaura rugosa</i> (J. Ellis & Solander) J.V. Lamouroux	Al	1995	Kfar Abida	Bitar <i>et al.</i> , 2000	IP	C/SC	Inv
<i>Ganonema farinosum</i> (J.V. Lamouroux) K.C. Fan & Y.C. Wang	Cr	1993	El Heri	Bitar <i>et al.</i> , 2000, as <i>Liagora farinosa</i>	IP	C/SC T-S/Sh	E
<i>Hypnea cornuta</i> (Kützing) J. Agardh	Al	1973	North Lebanon	Basson <i>et al.</i> , 1976, as <i>H. hamulosa</i>	IP	C/SC T-S/Sh	E
<i>Hypnea spinella</i> (C. Agardh) Kützing	Al	1998	Beirut,	Present study	A/IP	C/SC T-S/Sh	E
<i>Hypnea valentiae</i> (Turner) Montagne*	Qu	2014	Batroun	Belous & Kanaan, 2015	IP	C/SC T-C/A	C
<i>Laurencia</i> cf. <i>chondrioides</i> Børgesen*	Qu	2009	El Baiada, Tyr, Nakoura	Present study	A	T-S/Sh	Inv
<i>Lophocladia lallemandii</i> (Montagne) F. Schmitz	Al	1973	North Lebanon	Basson <i>et al.</i> , 1976	IP	C/SC T-S/Sh	E
<i>Polysiphonia atlantica</i> Kapraun & J.N. Norris*	Qu	2014	Batroun	Bellous & Kanaan, 2015	A/P	T-S/Sh	C
<i>Sarconema filiforme</i> (Sonder)	Al	2001	Beirut	Bitar, 2010b	IP	C/SC	E

Kylin							
<i>Womersleyella setacea</i> (Hollenberg) R.E.Norris	Al	2016	Batroun	Present study	IP	R/Aq T-S/Sh	E?
<b>CHLOROBIONTA</b>							
<i>Bryopsis pennata</i> J.V. Lamouroux*	Qu	1973	Khalde	Basson <i>et al.</i> , 1976	IP	C/SC T-S/Sh	E
<i>Caulerpa chemnitzia</i> (Esper) J.V. Lamouroux	Al	1931	Beirut	Hamel, 1931, as <i>C. racemosa</i> ;	IP	C/SC	E
<i>C. mexicana</i> Sonder <i>ex</i> Kützing	Al	1941	Beirut	Rayss, 1941, as <i>C. crassifolia</i>	IP	C/SC	E
<i>C. racemosa</i> var. <i>lamourouxii</i> f. <i>requienii</i> (Montagne) Weber-van Bosse	Al	1991	Beirut	Present study	IP	C/SC	E
<i>C. scalpelliformis</i> (R.Brown <i>ex</i> Turner) C. Agardh	Al	1930	Beirut	Hamel, 1930	IP	C/SC	E
<i>Caulerpa taxifolia</i> var. <i>distichophylla</i> (Sonder) Verlaque, Huisman & Procaccini	Al	2016	El Madfoun, Byblos	Present study	IP	R/Aq T-S/Sh	E
<i>Cladophora herpestica</i> (Montagne) Kützing	Al	1973	Barbara, Zouk Mkayel, Khalde, Doha	Basson <i>et al.</i> , 1976, as <i>Cladophoropsis modonensis</i>	IP	C/SC	E
<i>Cladophora patentiramea</i> (Montagne) Kützing*	Qu	2005	Selaata, Tyr	Bitar <i>et al.</i> , 2007	IP	C/SC	E
<i>Codium arabicum</i> Kützing	Al	2007	Hannouch	Present study	IP	C/SC	E
<i>C. parvulum</i> (Bory <i>ex</i> Audouin) P.C.Silva	Al	2008	Nakoura	Bitar, 2010 b	IP	C/SC	Inv
<i>C. taylorii</i> P.C. Silva	Al	2002	Ouzai, Beirut	Abboud-Abi Saab <i>et al.</i> , 2003	IP/A	T-C/A T-S/Sh	E
<i>Ulva lactuca</i> Linnaeus	Cr	1991	Beirut	Bitar, 1999, as <i>U. fasciata</i>	IP	C/CAE T-S/Sh	Inv
<b>STREPTOBIONTA</b>							
<i>Halophila stipulacea</i> (Forsskål) Ascherson	Al	1966	Saida	Lipkin, 1975	IP	C/SC	E

Parmi ces 29 espèces, deux seulement sont occasionnelles alors que les autres sont bien établies dont *Stypopodium schimperi*, *Galaxaura rugosa*, *Laurencia* cf. *chondrioides*, *Codium parvulum*, and *Ulva lactuca*, sont les 5 espèces potentiellement envahissantes et occupent déjà de vastes étendues de la côte libanaise. La Réserve Naturelle des Iles des Palmiers n'est pas épargnée de



l'impact des macrophytes non indigènes en particulier de *Stypopodium schimperi*, *Padina boergesenii*, *Galaxaura rugosa*, et *Codium parvulum*. Le vecteur d'introduction le plus important est celui du Canal de Suez et la majorité des espèces sont d'origine indopacifique. Il est à signaler que seulement 5 espèces de ces 29 existent dans la liste noire de l'Union International pour la Conservation de la Nature (UICN) des espèces invasives: *Stypopodium schimperi*, *Asparagopsis taxiformis*, *Lophocladia lallemandii*, *Womersleyella setacea* et *Halophila stipulacea* (Otero *et al.*, 2013).

D'après nos explorations périodiques depuis plus de 30 ans, nous avons constaté que le rythme d'apparition d'une nouvelle espèce de macrophyte augmente de telle façon que la période d'apparition d'une nouvelle espèce par rapport à la précédente devient de plus en plus courte et il semble que la dernière (la plus récente) prendra la relève par rapport des autres. Actuellement les espèces non indigènes qui sont les plus envahissantes sont *G. rugosa*, *C. parvulum* et *L. cf. chondrioides*.

Pour les aires de répartition: la plupart de ces macrophytes existent tout le long de la côte libanaise. Cependant, quelques-unes sont cantonnées actuellement seulement dans le secteur sud du pays comme par exemple *L. cf. chondrioides* qui se trouve entre Nakoura au sud et Saadiyat au nord. D'autres ont une répartition limitée c'est le cas de *C. mexicana* qui est rencontrée seulement dans la région de Beyrouth (Bitar *et al.*, 2017).

### III. 2. 2. Les invertébrés non indigènes

Nous considérons ici spécifiquement les invertébrés benthiques ainsi que les deux espèces planctoniques la méduse *Rhopilema nomadica* (d'origine indopacifique) et le cténaire *Mnemiopsis leidy* (d'origine ouest atlantique) que nous rencontrons souvent lors de nos plongées sous marine. Le premier à cause de son impact sur la santé humaine et le tourisme et l'autre à cause de son bloom occasionnelle dans la colonne d'eau et en particulier près de la surface.

D'après le tableau 3, les invertébrés benthiques compte 1072 espèces dont 156 ENI qui se répartissent en 9 groupes zoologiques: foraminifères (2 espèces), Cnidaire (11), bryozoaires (28), polychètes (18), mollusques (49), crustacés (34), pycnogonides (1), échinodermes (5) et ascidies (8).

Tableau 3. Liste des espèces des invertébrés non indigènes avec leur statut. E= espèce établie ; Inv = espèce envahissante (abondante formant des faciès) ; R = rare ; SC = Canal de Suez ; V= navigation ; IP = Indopacifique ; + = espèce à surveiller ; - = espèce soit de petite taille soit qui n'est pas vraiment reconnaissable sur le terrain par un plongeur scientifique ou même spécialiste ; ? = Statut inconnu (ancienne citation, et ou trouvée dans une seule localité en particulier par autre chercheur)

TAXA (ENI)	Statut et vecteur d'introduction ou origine des ENI	ENI à surveiller (+)
<b>FORAMINIFERES</b>		
<i>Amphistegina lobifera</i>	E, IP	-

<i>Heterostegina depressa</i>	E, IP	-
<b><u>CNIDAIRES</u></b>		
<i>Eudendrium carneum</i>	E, SC, V	+
<i>Eudendrium merulum</i>	E, SC, V	+
<i>Macrorhynchia philippina</i>	E, SC	+
<i>Diphasia digitalis</i>	E, SC, V	-
<i>Dynamena quadridentata</i>	E, SC, V	-
<i>Sertularia marginata</i>	E, V	-
<i>Sertularia tongensis</i>	E, V	-
<i>Clytia linearis</i>	E, V	-
<i>Oculina patagonica</i>	E, V	+
<i>Rhopilema nomadica</i>	E, SC	+
<i>Mnemiopsis leidy</i>	E, V	+
<b><u>BRYOZOAIRES</u></b>		
<i>Amathia verticillata</i>	E, V	+
<i>Akatopora leucocypha</i>	E, V	-
<i>Bugula neritina</i>	E, V	+
<i>Licornia jolloisii</i>	E, SC, V	-
<i>Thalamoporella harmelini</i>	E, SC, V	-
<i>Thalamoporella rozieri</i>	E, SC, V	-
<i>Celleporaria cf. brunnea</i>	E, V	-
<i>Celleporaria labelligera</i>	E, SC, V	-
<i>Celleporaria cf. sherryae</i>	E, V	-
<i>Celleporaria vermiformis</i>	E, V	-
<i>Drepanophora birbira</i>	E, V	-
<i>Parasmittina egyptiaca</i>	E, SC, V	-
<i>Parasmittina protecta</i>	E, SC, V	-
<i>Parasmittina serruloides</i>	E, SC, V	-
<i>Parasmittina spondylicola</i>	E, SC, V	-
<i>Smittina nitidissima</i>	E, V	-
<i>Watersipora subtorquata</i>	E, V	-
<i>Microporella browni</i>	E, V	-
<i>Microporella coronata</i>	E, V	-
<i>Microporella genisii</i>	E, V	-
<i>Microporella harmeri</i>	E, V	-
<i>Mucropetralliella thenardii</i>	E, V	-
<i>Celleporina bitari</i>	E, V	-
<i>Predanophora longiuscula</i>	E, SC, V	-
<i>Scorpidinipora costulata</i>	E, V	-
<i>Rhynchozoon larreyi</i>	E, SC	-
<i>Schizoretepora hassi</i>	E, SC, V	+
<b><u>POLYCHETES</u></b>		
<i>Linopherus incarunculata</i>	?, SC	-
<i>Eusyllis kupfferi</i>	E, V	-
<i>Ceratonereis mirabilis</i>	E, SC	-

<i>Pseudonereis anomala</i>	E, SC	-
<i>Lysidice natalensis incert.</i>	?	-
<i>Cirriformia semicincta</i>	?	-
<i>Branchiomma cingulatum</i>	E, V	-
<i>Branchiomma luctuosum</i>	E, V	-
<i>Branchiomma cf. bairdi</i>	E, SC, V	-
<i>Spirobranchus kraussii</i>	E, SC, V	+
<i>Serpula hartmanae</i>	E, V	-
<i>Hydroides cf. brachyacanthus</i>	E, SC, V	+
<i>Hydroides dirampha</i>	E, V	-
<i>Hydroides elegans</i>	Inv, V	+
<i>Hydroides heterocera</i>	E, SC, V	-
<i>Hydroides minax</i>	E, SC, V	-
<i>Hydroides operculatus</i>	E, SC, V	-
<i>Spirobranchus tetraceros</i>	E, SC, V	+
<i>Spirorbis (Spirorbis) marioni</i>	E, V	+
<b><u>MOLLUSQUES</u></b>		
<i>Cellana rota</i>	R, SC	+
<i>Pseudominolia nedyma</i>	?, SC	-
<i>Trochus erithreus</i>	E, SC	+
<i>Cerithium scabridum</i>	E, SC	+
<i>Rhinoclavis kochi</i>	E, SC	+
<i>Finella pupoides</i>	?, SC	-
<i>Cerithiopsis pulvis</i>	?, SC	-
<i>Conomurex persicus</i>	Inv, SC	+
<i>Purpuradista gracilis notata</i>	E, SC	+
<i>Ergalatax junionae</i>	E, SC, V	+
<i>Indothais sacellum</i>	E, SC, V	+
<i>Murex forskoehlai</i>	E, SC	+
<i>Zafra savignyi</i>	?, SC	-
<i>Fusinus verrucosus</i>	E, SC	+
<i>Pyrgulina fischeri</i>	?, SC	-
<i>Pyrgulina maiae</i>	?, SC	-
<i>Cingulina isseli</i>	?, SC	-
<i>Syrnola fasciata</i>	?, SC	-
<i>Amathina tricarinata</i>	R, SC	-
<i>Ventomnestia girardi</i>	?, SC	-
<i>Acteocina mucronata</i>	?, SC	-
<i>Pyrunculus fourierii</i>	?, SC	-
<i>Elysia grandifolia</i>	E, V	+
<i>Bursatella leachii</i>	E, SC	+
<i>Syphonota geographica</i>	E, SC	-
<i>Pleurobranchus forskalii</i>	E, SC	-
<i>Goniobranchus annulatus</i>	E, SC	+
<i>Hypselodoris infucata</i>	E, SC	+

<i>Plocamopherus ocellatus</i>	E, SC	-
<i>Flabellina rubrolineata</i>	E, SC	+
<i>Anadara natalensis</i>	E, SC	+
<i>Brachidontes pharaonis</i>	Inv, SC, V	+
<i>Lioberus ligneus</i>	E, SC	+
<i>Pinctada imbricata radiata</i>	E, SC	+
<i>Malleus regula</i>	Inv, SC	+
<i>Spondylus spinosus</i>	Inv, SC	+
<i>Spondylus</i> sp.	E, SC	+
<i>Dendostrea folium</i>	E, SC	+
<i>Chama asperella</i>	R, SC	-
<i>Chama pacifica</i>	Inv, SC	+
<i>Afrocardium richardi</i>	E, SC	+
<i>Fulvia fragilis</i>	E, SC, V	+
<i>Macra lilacea</i>	E, SC	-
<i>Macra olorina</i>	E, SC	+
<i>Gafrarium savignyi</i>	E, SC	+
<i>Petricola fabagella</i>	E, SC	-
<i>Sphenia rueppelli</i>	E, SC, V	+
<i>Laternula anatina</i>	?, SC	-
<i>Sepioteuthis lessoniana</i> complex	E, SC	+
<b>CRUSTACES</b>		
<i>Amphibalanus eburneus</i>	E, V	-
<i>Amphibalanus improvisus</i>	E, V	-
<i>Balanus trigonus</i>	E, V	+
<i>Apanthura sandalensis</i>	E, V	-
<i>Apanthura stanjeki</i>	E, V	-
<i>Cirolana manore</i>	?, V	-
<i>Metacirolana rotunda</i>	E, V	-
<i>Paracerceis sculpta</i>	?, V	-
<i>Paradella diana</i>	E, V	-
<i>Pseudocerceis seleneides</i>	?, V	-
<i>Sphaeroma walkeri</i>	E, V	-
<i>Cymothoa indica</i>	E, V	-
<i>Erugosquilla massavensis</i>	? SC	-
<i>Ixa monodi</i>	E, SC	+
<i>Leucosia signata</i>	E, SC	-
<i>Myra subgranulata</i>	E, SC	+
<i>Matuta victor</i>	E, SC	-
<i>Micippa thalia</i>	E, SC	-
<i>Halimede tyche</i>	R, SC	+
<i>Portunus (Portunus) segnis</i>	E, SC	+
<i>Callinectes sapidus</i>	E, V	+
<i>Charybdis (Charybdis)</i>	E, SC	+

<i>hellerii</i>		
<i>Charybdis (Goniohellenus) longicollis</i>	E, SC	+
<i>Thalamita indistincta</i>	R, SC	-
<i>Thalamita poisonii</i>	?, SC	-
<i>Actaea savignii</i>	?, SC	-
<i>Atergatis roseus</i>	E, SC	+
<i>Plagusia tuberculata</i>	?, SC, V	+
<i>Percnon gibbesi</i>	E, V	+
<i>Penaeus pulchricaudatus</i>	E, SC	-
<i>Metapenaeus monoceros</i>	E, SC	-
<i>Metapenaeus stebbingi</i>	E, SC	-
<i>Penaeus semisulcatus</i>	E, SC	-
<i>Saron marmoratus</i>	R, SC	+
<b><u>PYCNOGONIDES</u></b>		
<i>Anoplodactylus digitatus</i>	R, SC, V	-
<b><u>ECHINODERMES</u></b>		
<i>Diadema setosum</i>	R, SC, V	+
<i>Aquilonastra burtoni</i>	E, SC	-
<i>Ophiactis macrolepidota</i>	E, SC	-
<i>Ophiactis savignyi</i>	E, SC	-
<i>Synaptula reciprocans</i>	E, SC	+
<b><u>ASCIDIES</u></b>		
<i>Phallusia nigra</i>	E, V	+
<i>Rhodosoma turcicum</i>	E, V	-
<i>Herdmania momus</i>	E, V	+
<i>Microcosmus exasperatus</i>	E, SC, V	+
<i>Botryllus</i> sp.	R, SC	-
<i>Polycarpa</i> sp.	R, SC	-
<i>Styela plicata</i>	E, V	+
<i>Symplesma brakenhielmi</i>	E, SC	+

La colonne 2 du tableau montre le statut de chaque espèce et le vecteur de son introduction (ou son origine) correspondant.

Pour le cas du statut de ces espèces, la majorité sont établies (E), celles marquées du signe (?) sont citées dans le passé une seule fois dans la littérature et on ne sait pas leur statut actuel. Les espèces envahissantes (Inv) sont: *Hydroides elegans*, *Conomurex persicus*, *Brachidontes pharaonis*, *Malleus regula*, *Spondylus spinosus*, *Chama pacifica*. Ces espèces forment des grands faciès dans plusieurs localités tout le long de la côte libanaise.

Pour le vecteur d'introduction il y a une dominance d'espèces indopacifiques introduites via le Canal de Suez (SC) suivies par des espèces introduites par la navigation (V). Les trois espèces d'origine atlantique sont: *Mnemiopsis leidy*, *Callinectes sapidus* et *Percnon gibbesi*. Les deux espèces *Bugula neritina* et *Smittina nitidissima* sont d'origine tropicale-chaude-tempérée.

Les espèces marquées du signe (+) dans la troisième colonne englobe les espèces établies et invasives qui nécessitent d'être surveillées. Elles sont de grande taille et reconnaissable en plongée pour un spécialiste.

### III. 2. 3. Les poissons non indigènes

Le nombre des poissons non indigènes s'élève à 52 espèces. Le tableau 4 montrent les caractéristiques suivantes:

Pour le statut, la majorité des espèces sont bien établies (E) sur la côte libanaise. Les espèces dites rares (R) sont pour quelques unes établies dans plusieurs endroits mais en nombre très réduit. Les espèces rares et qui ne sont pas établies sont des espèces qui sont rencontrées en nombre réduit (entre 2 et 4 individus) une seule fois dans une ou deux ou trois localités. C'est le cas de:

- *Abudefduf vaigiensis*: a été photographié dans deux localités sur fonds rocheux entre 2 et 5 m de profondeur. Quatre individus ensemble à Khaizaran (juillet 2012) et un seul à Tyr (septembre 2012) (Bitar, 2013).
- *Pseudanthias squamipinnis*: un ou deux individus sont trouvés plusieurs fois au sud du port de Beyrouth par A. Assal en Mai - Juin 2000 (Bitar, 2013).
- *Enchelycore anatina*: un seul individu rencontré et photographié (mai 2008) à l'entrée de la grotte Chak El Hatab au nord de Selaata. Puis à Ramkine (mai 2011) et à Batroun (juin 2011) (Bitar, 2013).
- *Scarus ghobban*: un seul individu dans 3 localités: Amchit (2009), Beyrouth (2004), Sarafand (2005) (Bariche and Saad, 2005).
- *Pomacanthus maculosus*: deux individus adultes ont été repérés au sud de Beyrouth (Bariche, 2010).
- *Ostracion cubicus*: un spécimen trouvé à l'Ile Ramkine (janvier, 2011), (Bariche, 2011).
- *Champsodon vorax* deux individus en 2010 capturés à Beyrouth (Bariche, 2010 et 2011).
- *Epinephelus fasciatus*: un seul individu capturé au nord de Tripoli (Bariche & Heemstra, 2012).
- *Heniochus intermedius*: un spécimen capturé dans la Réserve Marine des Iles des Palmiers (Bariche, 2012).
- *Platycephalus indicus*: un spécimen capturé au nord de Beyrouth (Bariche, 2012).
- *Tylerius spinosissimus*: un spécimen est capturé à Okaibeh au nord de Beyrouth (Mytilineou et al., 2016).

Par contre, les espèces qui sont de loin les plus abondantes et envahissantes (Inv) sont les deux siganidés herbivores *Siganus luridus* et *S. rivulatus* qui sont en compétition avec les deux espèces herbivores indigènes *Sarpa salpa* et *Sparisoma cretense* dont leurs populations semblent diminuer de plus en plus.

Tableau 4. Liste des poissons non indigènes du Liban avec leur statut. E= espèce établie ; Inv = espèce envahissante ; R = rare ; SC = Canal de Suez ; A = Atlantique via Gibraltar ; + = espèce à surveiller

Taxa	Statut et vecteur d'introduction des ENI	ENI à surveiller
<i>Abudefduf vaigiensis</i>	R, SC	+
<i>Alepes djedaba</i>	E, SC	+
<i>Apogonichthyoides nigripinnis</i>	E, SC	+
<i>Atherinomorus forskalii</i>	E, SC	+
<i>Callionymus filamentosus</i>	E, SC	+
<i>Champsodon vorax</i>	R, SC	+
<i>Cheilodipterus novemstriatus</i>	E, SC	+
<i>Cynoglossus sinusarabici</i>	R, SC	+
<i>Dussumieria elopsoidea</i>	E, SC	+
<i>Enchelycore anatina</i>	R, A	+
<i>Epinephelus fasciatus</i>	R, SC	+
<i>Equulites klunzingeri</i>	E, SC	+
<i>Etrumeus teres</i>	E, SC	+
<i>Fistularia commersonii</i>	E, SC	+
<i>Hemiramphus far</i>	E, SC	+
<i>Heniochus intermedius</i>	R, SC	+
<i>Herklotsichthys punctatus</i>	E, SC	+
<i>Himantura uarnak</i>	E, SC	+
<i>Hippocampus fuscus</i>	R, SC	+
<i>Hyporhamphus affinis</i>	E, SC	+
<i>Lagocephalus sceleratus</i>	E, SC	+
<i>Lagocephalus spadiceus</i>	E, SC	+
<i>Lagocephalus suezensis</i>	E, SC	+
<i>Liza carinata</i>	E, SC	+
<i>Lutjanus argentimaculatus</i>	R, SC	+
<i>Nemipterus randalli</i>	E, SC	+
<i>Ostracion cubicus</i>	R, SC	+
<i>Oxyurichthys papuensis</i>	R, SC	+
<i>Paraxocoetus mento</i>	E, SC	+
<i>Pelates quadrilineatus</i>	R, SC	+
<i>Pempheris vanicolensis</i>	E, SC	+
<i>Platycephalus indicus</i>	R, SC	+
<i>Plotosus lineatus</i>	E, SC	+
<i>Pomacanthus maculosus</i>	R, SC	+

<i>Pomadasys stridens</i>	E, SC	+
<i>Pseudanthias squamipinnis</i>	R, SC	+
<i>Pteragogus trispilus</i>	E, SC	+
<i>Pterois miles</i>	E, SC	+
<i>Sargocentron rubrum</i>	E, SC	+
<i>Saurida undosquamis</i>	E, SC	+
<i>Scarus ghobban</i>	R, SC	+
<i>Scomberomorus commerson</i>	E, SC	+
<i>Siganus luridus</i>	Inv, SC	+
<i>Siganus rivulatus</i>	Inv, SC	+
<i>Sillago sihama</i>	E, SC	+
<i>Sphyraena chrysotaenia</i>	E, SC	+
<i>Stephanolepis diaspor</i>	E, SC	+
<i>Torquigener flavimaculosus</i>	E, SC	+
<i>Tylerius spinosissimus</i>	R, SC	+
<i>Tylosurus choram</i>	R, SC	+
<i>Upeneus moluccensis</i>	E, SC	+
<i>Upeneus pori</i>	E, SC	+

En ce qui concerne les vecteurs d'introduction, toutes les espèces sont indopacifiques introduites via le Canal de Suez (SC) à l'exception du poisson *Enchelycore anatina* d'origine est atlantique (A).

Ces 52 espèces de poissons sont toutes à surveiller (+) surtout que la majorité fréquentent les profondeurs accessibles en plongée sous-marine.

**Remarque sur les 3 listes des ENI:** ces listes devront évoluer en permanence en fonction de l'amélioration des connaissances et des résultats des suivis périodiques en mer.

### III. 2. 4. Espèces non indigènes dans les zones à risques

#### III. 2. 4. 1. Cas des ports

Les ports qui correspondent aux principales zones d'entrée des espèces non indigènes sont considérés comme des zones à risque. La surveillance de ces espèces introduites est primordial. A partir de l'année 2000 nous avons eu l'occasion d'explorer 4 ports principaux du nord au sud: Tripoli, Beyrouth, Saida et le petit port de Nakoura.

- **Port de Tripoli**

En septembre 2002, G. Bitar et H. Zibrowius ont trouvé la macrophyte *Caulerpa chemnitzia*, l'hydraire *Macrorhynchia philippina*, le bryozoaire *Bugula neritina*, le serpulidé *Spirobranchus kraussii*, le mollusque *Trochus erythaeus* et les ascidies *Phallusia nigra*, *Herdmania momus*, *Styela plicata* et *Symplegma brakenhielmi* (Bitar, données inédites).

- **Port de Beyrouth**



En juin 2000 plusieurs plongées ont été faites par G. Bitar et H. Zibrowius dans plusieurs localités à l'intérieur du port de Beyrouth. L'observation principale de ces plongées est que quelques espèces lessepsiennes se trouvent particulièrement favorisées dans cet environnement, sur fonds durs (la vase noire au pied de blocs et des quais en-dessous d'une couche superficielle). *Chama pacifica* fut trouvée en population dense non loin de l'ancien phare, semblant tirer, en tant que filtreur, un bénéfice maximum de l'égout urbain. Le gastropode *Thais sacellum* y fut découvert pour la première fois en Méditerranée et retrouvé par la suite abondant dans les autres sites visités du port. Le nudibranche *Hypselodoris infucata*, petit (environ 1cm) mais facilement remarqué car multicolore, était très abondant près de l'ancien phare en juin 2000, abondance probablement saisonnière, car l'espèce ne fut guère remarquée en septembre 2002. L'holothurie noire *Synaptula reciprocans* atteignait, en septembre 2002, une abondance extrême sur les blocs de la jetée, vers son extrémité. Les concrétions superficielles par le polychète serpulidae *Spirobranchus kraussii* couvrent les blocs sur une bonne distance le long de la jetée principale et des parois de quai à la verticale ailleurs. Probablement d'une croissance rapide, ces encroûtements pourraient devenir une gêne notable en fonction des structures portuaires colonisées. *S. kraussii* se trouvent actuellement dans plusieurs localités tout le long de la côte libanaise (Abboud-Abi Saab, 2003).

- **Port de Saida**

En septembre 2013 et dans le cadre du projet MedMPA-Net Liban, G. Bitar, Y. Sghaier et H. El Chaer ont signalé les macrophytes *Laurencia cf. chondrioides* et *Codium parvulum*, l'hydraire *Macrorhynchia philippina*, l'ascidie *Phallusia nigra*, les mollusques *Brachidontes pharaonis*, *Spondylus spinosus*, *Chama pacifica*, *Malleus regula*, *Gafrarium savignyi*, *Conomurex persicus*, *Ergalatax junionae*, *Hypselodoris infucata*, et les poissons *Siganus rivulatus* et *Sargocentron rubrum* (RAC/SPA - UNEP/MAP, 2014).

- **Port de Nakoura**

Dans le port de Nakoura et au voisinage du quai représenté par une falaise de 4-5m de hauteur G. Bitar et H. Zibrowius ont trouvé en septembre 2002 le scléactinaire *Oculina patagonica* (aussi bien sur la falaise que sur le fond), les 3 mollusques *Spondylus spinosus*, *Gafrarium savignyi* et *Trochus erithreus*, et les poissons *Sargocentron rubrum* et *Siganus rivulatus* (Bitar, données inédites),

Il est à signaler que toutes les espèces citées dans les 4 ports sont bien établies à l'exception de *Caulerpa chemnitzia* qui depuis sa première signalisation en 2002 n'est plus retrouvée dans le port de Tripoli.

### **III. 2. 4. 2. Cas des biosalissures (fouling)**

Dans les peuplements de salissures (fouling), le phénomène de croissance des espèces exotiques est spectaculaire, comme par exemple sur les piliers de l'aéroport de Beyrouth à Ouzai. Ces piliers sont totalement couverts par des invertébrés exotiques à partir de la surface jusqu'à 20m de profondeur: *Bugula neritina*, *Brachidontes pharaonis*, *Pinctada radiata*, *Chama pacifica*, *Malvufundus regulus*, *Spondylus spinosus*, *Chama pacifica*, *Charybdis helleri*, *Phallusia nigra*, *Styella plicata*, *Herdmania momus* et *Symplegma brakenhielmi* (Bitar et al., 2007). The Polychaetes *Branchiomma cf. bairdi* are very abundant.

#### **IV. Impacts des espèces non indigènes**

Les espèces exotiques et surtout envahissantes (EEE) sont considérées comme l'une des principales causes de perte de biodiversité ainsi que des impacts sur les habitats ou les écosystèmes et par conséquent sur l'économie et la santé humaine. La pression de la présence des EEE entraîne aussi une perte des fonctions, des processus et de la structure de l'habitat. Par conséquent, l'effet final est souvent la restructuration des habitats et l'homogénéisation biotique et la réduction de la biodiversité.

Les pressions et les impacts des ENI au niveau des espèces et des habitats sont nombreux.

##### **IV. 1. La compétition pour l'espace**

Cette pression engendre une réduction et une contraction de niche des espèces indigènes voire leur remplacement. C'est le cas des macrophytes non indigènes potentiellement envahissantes: *Stypopodium schimperi*, *Galaxaura rugosa*, *Laurencia* cf. *chondrioides*, *Codium parvulum*, and *Ulva lactuca*.

Pour l'évolution et l'occurrence temporaire, nous donnons l'exemple de l'espèce envahissante *Stypopodium schimperi* (Bitar *et al.*, 2000). Nous l'avons trouvé la première fois, à Barbara, en 1991. En 1993, dans la même localité, nous avons commencé à étudier ses variations saisonnières et son expansion. La période de végétation s'étend de fin février à septembre. Des jeunes frondes (3 à 5 cm de haut) ont été observées dans la dernière semaine de février. Les thalles adultes apparaissent en avril-mai. En juin, les frondes dépassent 25 cm de haut. A cette période, l'algue envahit le fond au détriment des autres espèces. Au cours des mois de juin et juillet, de grandes quantités d'algues en épaves s'observent sur le fond et à la côte. Dès la fin d'août, les peuplements régressent et l'algue se raréfie. Elle disparaît presque complètement en novembre. Depuis 2000, cette espèce devenue très abondante sur toute la côte libanaise, de la surface de la mer jusqu'à 45 m de profondeur, au détriment des associations benthiques indigènes (Bitar *et al.*, 2000 ; Bitar 2010 b ; RAC/SPA–UNEP/MAP, 2014). Les associations affectées par *Stypopodium* et aussi par les autres macrophytes invasives sont entre autres: *Stypocaulon scoparium*, *Colpomenia sinuosa*, *Dictyota* spp. et *Dictyopteris polypodioides* (Bitar *et al.*, 2000).

##### **IV. 2. La compétition pour la nourriture**

C'est le cas des deux siganidés exotiques *Siganus luridus* et *S. rivulatus* et les deux espèces indigènes *Sarpa salpa* et *Sparisoma cretense* qui sont tous des espèces herbivores compétant sur la même source de nourriture.

De ce fait, la compétition pour l'espace et la nourriture a un impact négatif sur les structures et le fonctionnement des écosystèmes. Les EEE peuvent souvent changer les structures et le fonctionnement de l'habitat ; Par exemple l'invasion d'une espèce herbivore comme *Siganus rivulatus* au Liban peut modifier la structure du fond rocheux et rendre le paysage marin sans couverture macrophytique.

##### **IV. 3. La prédation**

L'absence des prédateurs indigènes favorisent le succès d'établissement des ENI. C'est le cas des *Siganus* qui n'ont pas des prédateurs locaux. Un autre exemple est celui de *Stypopodium* qui renferme une puissante ichtyotoxine, le stypoldione, ce qui peut expliquer en partie sa réussite à couvrir complètement des grandes étendues du fond. (Bitar *et al.*, 2000). Les répercussions de la prédation traduites par la réduction de la proie (ou de la végétation) sont dues à ce que les espèces natives peuvent ne pas avoir évolués les défenses contre les ENI.

#### **IV. 4. Impact direct des ENI sur la santé humaine et les activités humaines**

L'exemple typique d'espèce envahissante capable d'engendrer un impact direct sur la santé et les activités humaines est celui de la méduse urticante *Rhopilema nomadica* au Liban. Cette espèce qui cause des douleurs nocives empêche la population et les touristes de fréquenter la mer surtout dans la période estivale. D'autres espèces qui affectent la santé humaine sont les espèces de poissons suivantes: *Lagocephalus sceleratus*, *Lagocephalus spadiceus*, *Lagocephalus suezensis*, *Torquigener flavimaculosus*, *Pterois miles* et *Plotosus lineatus*.

#### **IV. 5. La vulnérabilité**

La vulnérabilité d'un écosystème à l'égard des espèces envahissantes semble également être liée au statut environnemental: les milieux pollués ou physiquement dégradés sont plus exposés à l'invasion que les sites immaculés. Mais au Liban ce n'est pas toujours le cas. La capacité de résistance des espèces exotiques est expliquée par leur pouvoir de s'installer, à des profondeurs différentes, aussi bien dans les zones propres et polluées y compris les ports (exemple *Chama pacifica*, *Spondylus spinosus*, *Spirobranchus kraussii*, *Synaptula reciprocans*, *Sargocentron rubrum*) ; d'autres espèces peuvent se retrouver en même temps dans et à l'extérieur des grottes (exemple *Spirobranchus kraussii* et *Phallusia nigra*) (Bitar, 2008).

#### **IV. 6. Rôle du changement climatique**

Selon le rapport de Bitar (2008) sur « National overview on vulnerability and impacts of climate change on marine and coastal biodiversity in Lebanon », l'arrivée des espèces exotiques et leur adaptation aux conditions écologiques de leur nouveau milieu sont dues en grande partie à la tropicalisation en plus de leur capacité de résistance plus importante que celle des espèces indigènes. En fait, les impacts des espèces exotiques sont favorisés par les effets du changement climatique en ce qui concerne les altérations des écosystèmes, les mortalités et la disparition des espèces sensibles en Méditerranée orientale et en particulier au Liban. Il est à rappeler qu'en Méditerranée orientale l'impact du changement global est plus ancien que celui de Méditerranée nord occidentale qui a été avancée au début des années 1990. En 1964, Pérès et Picard ont souligné la fréquence élevée des espèces à affinité chaude dans le bassin levantin, mais ils ne mentionnent pas l'influence des espèces exotiques de la Mer Rouge (espèces d'origine indo-pacifique). Probablement, le rôle de ces espèces dans la structuration des biocénoses de la Méditerranée n'était pas encore significatif. En ce sens, la côte libanaise représente un biotope intéressant pour étudier les changements liés à la "tropicalisation" de la Méditerranée et aux espèces exotiques (introduites ou migratrices à travers le Canal de Suez) surtout que les connaissances des communautés benthiques et ichthyologiques ont progressivement augmenté (Bitar *et al.* 2007).

Selon Bitar (2008), Le bassin levantin où le régime thermique est beaucoup plus élevé, est plus affecté par le changement climatique et par conséquence il donne une image de ce que pourraient devenir à terme les fonds et les habitats du bassin occidental. Dans les parties les plus chaudes de Méditerranée comme la côte libanaise, les altérations des écosystèmes, les mortalités et la disparition des espèces sensibles au réchauffement se sont produites il y a longtemps (e.g. les gorgones, la moule noire *Mytilus galloprovincialis* et la posidonie *Posidonia oceanica*). En 1938, les moules *Mytilus galloprovincialis* qui existaient « en abondance et de taille belle » d'après Gruvel (1931), manquent « absolument sur le littoral libanais » (Pallary, 1938). Elle est remplacée par l'espèce exotique *Brachidontes pharaonis* aussi bien au Liban qu'en Syrie. L'herbier de *Posidonia oceanica*, n'est plus vu au Liban depuis au moins 1977. Cet herbier est remplacé par celui d'*Halophila stipulacea*. Les gorgones qui ont été signalées par Gruvel en 1931 ne sont plus citées depuis dans la littérature. A cet égard, une gorgone *Swiftia pallida* vient d'être trouvée, en octobre 2016, lors du projet « DEEP-SEA LEBANON » à 600 m de profondeur sur roche envasée. Pour les poissons herbivores, les deux espèces lessepsiennes *Siganus rivulatus* et *S. luridus* qui ont une valeur commerciale sont en cours de remplacer l'espèce locale *Sarpa salpa* qui devient de plus en plus rare. Il en est de même du crabe *Charybdis helleri* qui devient de plus en plus abondant aux dépens des *Eriphia verrucosa*, *Pilumnus hirtellus* et *Pachygrapsus marmoratus* (Bitar, 2008).

Une des conséquences des introductions d'espèces exotiques et du changement climatique est le déplacement dans l'espace des espèces leur permettant de se maintenir dans des conditions environnementales propices à leur croissance et leur reproduction. A titre d'exemple les deux poissons *Thalassoma pavo* et *Balistes carolinensis*, abondants en Méditerranée orientale, sont devenus communs en Méditerranée nord occidentale ; il en est de même pour *Diplodus cervinus cervinus* qui était inconnu dans la même région jusqu'en 1980 (Pérez, 2008).

#### IV. 7. Etat critique de quelques espèces indigènes

Il est à noter qu'actuellement on assiste à une diminution d'abondance voire une rareté extrême ou un état critique au niveau de plusieurs espèces indigènes (Bitar, observations personnelles):

- Les 2 oursins des étages superficiels explorés en scaphandre autonome *Paracentrotus lividus* et *Arbacia lixula* sont très rares voire « absents » dans plusieurs localités de la côte pour ne pas dire tout le long de la côte libanaise. Ceci semble dû à plusieurs raisons: la surexploitation de ces oursins herbivores, le remplacement des macrophytes indigènes (source de nourriture des oursins) par celles non indigènes dont certaines d'entre elles sécrètent des substances nocifs et finalement à cause du réchauffement global. Il en est aussi des Astérides *Marthasterias glacialis*, *Coscinasterias tenuispina* et *Echinaster sepositus*.
- Les ophiures *Ophioderma longicauda* qui étaient présents jusqu'en 2003 sont actuellement absents. On les rencontrait en dessous des petits blocs.
- Les faciès des balanes *Perforatus perforatus* sont partout en mauvais états dans le sens qu'on assiste lors de nos plongées à des tests vides fixés toujours aux substrats ; il en est de même des balanes exotiques *Balanus trigonus*. On se demande si ce n'est pas à cause des éponges calcaires (*Cliona parenzani*) qui tapissent la roche. Ces éponges tapissantes

forment des faciès de 2 ou 3m<sup>2</sup> partout surtout dans les petits fonds. Ce n'est pas rare de trouver des fonds rocheux couverts par cette espèce sans aucune couverture de macrophyte.

## **V. Mise en œuvre de la surveillance et plan opérationnel**

Le programme de surveillance des espèces non indigènes va en parallèle avec l'étude des habitats benthiques.

### **V. 1. Les moyens, les outils et les méthodes utilisés**

La surveillance des ENI au niveau des étages supra et médiolittoral y compris les platiers à vermet, s'effectue à pieds, et celle au niveau des petits fonds se fait en apnée. Par contre le suivi des étages infra et circalittoral s'effectue en scaphandre autonome. L'utilisation de « drop cameras » et photo quadrats qui ne sont encore disponibles est toujours utile.

Les déplacements au large de la mer s'effectuent à l'aide du bateau océanographique national CANA. Alors que les sorties littorales s'effectuent à l'aide soit des petits bateaux de pêche artisanale loués soit avec un petit bateau de la Marine. Le CNRS libanais vient de posséder un bateau catamaran (CADMOS – CNRS) de 7m de longueur qui sera bien équipé pour toutes les études de terrain proches de la côte.

La méthode classique de suivi des ENI s'effectue par la méthode visuelle avec prélèvements d'échantillons pour les espèces inconnues directement en plongée sous-marine. La photographie sous-marine est certainement nécessaire dans le programme de surveillance comme dans le programme de surveillance des habitats benthiques.

### **V. 2. Dispositifs de surveillance**

Au contraire d'autres pays, le Liban n'a pas des dispositifs de surveillance (dédiés ou non dédiés) des ENI. Il est donc recommandé de créer des différents dispositifs concernant les macrophytes, les poissons ainsi que d'autres pour les différents groupes zoologiques et pourquoi pas pour certaines espèces potentiellement invasives.

## **V. 3. Implications opérationnelles demandées et proposées pour le bon suivi du programme**

### **V. 3. 1. Ressources humaines:**

- la première priorité en matière de besoin c'est le renforcement des capacités des spécialistes libanais en matière d'océanologie en général et surtout de taxonomie afin de pouvoir distinguer les espèces indigènes et non indigènes. Des formations sur la plongée sous-marine seront nécessaires.
- Des plongeurs confirmés pour accompagner les scientifiques et les spécialistes dans les travaux de terrain.
- Deux marins au moins pour assurer le travail à bord du petit bateau KADMOUS-CNRS et pour aider les plongeurs.

### **V. 3. 2. Matériel et appareillages demandés**

Comme dans le programme de surveillance des habitats benthiques (OE1), il est recommandé d'avoir du matériel de plongée complet pour 4 personnes afin de travailler en toute sécurité, deux appareils photos sous-marine au moins, un drop camera et photo quadrats. Le reste du matériel et des moyens de recherche se trouvent au Centre National des Sciences Marine de Batroun.

### V. 3. 3. Sites à surveiller

Les trois sites ou secteurs proposés sont les mêmes sites du programme de surveillance des habitats benthiques (OE1) (figure 1):

- Le secteur Tripoli – Ras El Chakaa (y compris la Réserve Naturelle des Iles des Palmiers et la grotte de Chak El Hatab connue par la grotte des lithistides située un peu au sud de Ras El Chakaa).
- Le secteur de Beyrouth (du port jusqu'à la zone de Raoucheh).
- Le secteur Tyr – Ras El Bayada.
- 

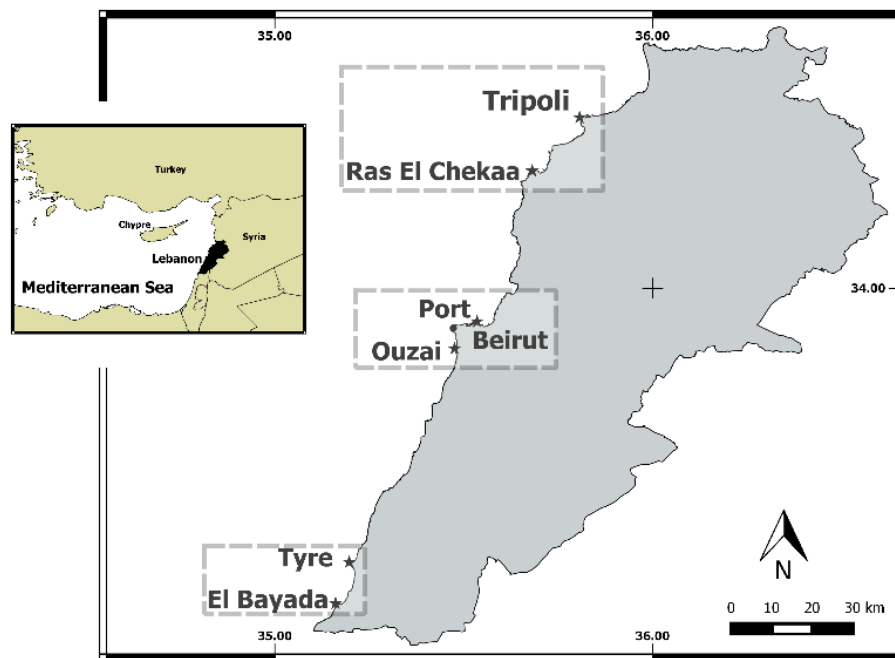


Figure 1. Sites à surveiller

### V. 3. 4. Stratégie d'exploration et d'échantillonnage

Vu que cet objectif écologique (OE2) est en étroite relation avec celui des habitats marins (OE1- Habitats benthiques), les deux programmes de surveillance se feront ensemble une fois par ans. En plus de ceci, il est important voire même nécessaire d'organiser une ou deux courtes missions annuellement (une en Mars-Avril et une autre en septembre-octobre) pour bien suivre les introductions des espèces exotiques vu :

- la situation géographique du Liban proche du Canal de Suez considéré comme un vecteur d'introduction d'espèces exotiques indopacifiques et,
- la cinétique des introductions et le rythme d'arrivée des espèces exotiques sur les côtes du Levant qui s'accroissent par rapport à celui de la méditerranée occidentale en particulier pour les ENI.

### **V. 3. 5. Stockage, partage et accès aux données scientifiques**

Le MoE par l'intermédiaire du LEDO (Lebanese Environment and Development Observatory) avait centralisé toutes les données de base sur les informations environnementales marines et autres. Mais depuis 2002, le LEDO ne fonctionne plus. Actuellement, chaque université centralise ses propres données, de même pour le CNRSL et le NCMS. Pour le milieu marin, le Centre des Sciences Marines assure depuis longtemps un suivi sur un réseau d'une trentaine de stations le long de la côte libanaise couvrant des paramètres physiques, chimiques et bactériologiques. Pour cela nous proposons que le CNRS et son Centre National des Sciences Marines en collaboration avec le MoE prennent en charge la gestion et la bancarisation de toutes les données de l'environnement marin au niveau national. C'est à eux aussi de prendre les mesures nécessaires pour que la communauté scientifique puisse avoir accès à ces données.

### **V. 3. 6. Lien avec les autres programmes de surveillance**

Les données issues de ce programme pourront bien sûr être utilisées pour les besoins du programme « Habitats benthiques ».

### **V. 3. 7. Responsables de la mise en œuvre**

Le MoE, tous les ministères concernés, le CNRSL, le NCMS, les universités, les instituts de recherche, les comités nationaux, les donateurs, les secteurs privés, ainsi que l'assistance importante et les expertises associées des organismes des Nations Unies, du PNUE-MAP - CAR / ASP, de l'IUCN... et les chercheurs spécialistes surtout de la taxonomie des universités et des centres de recherches marines régionaux et internationaux. Sans oublier le recours aux spécialistes retraités qui ont accumulé beaucoup des données sur les caractéristiques des espèces et des habitats y compris l'histoire et l'évolution des espèces non indigènes et leurs impacts sur les habitats locaux).

### **V. 3. 8. Durabilité financière (budget)**

Le budget annuel nécessaire est le même qui est décrit dans le programme de surveillance des habitats benthiques (OE1). Il est réparti selon le même tableau suivant:

<b>Les besoins</b>	<b>Montant en dollars annuellement</b>
Matériel de plongées pour 4 personnes	14 000
Deux appareils photos sous-marins (avec boîtiers et accessoires) et 2 caméras Go Pro	6 000
Produits chimiques, pinces, verreries, livres de systématique, papeterie et divers	8 000

<u>Travaux de terrain</u> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. A pieds, en apnée et en plongées jusqu'à l'étage circalittoral</li> <li>2. hydroplane</li> <li>3. ROV, Drop Camera</li> <li>4. Recensement visuel des poissons</li> <li>5. Sonar multifaisceaux</li> <li>6. CTD</li> </ol>	
<u>Analyses des données</u>	500 000 annuellement

En plus de ce budget commun pour les deux programmes de surveillance des habitats et des espèces non indigènes, une somme de 300 000 dollars sera consacrée à l'une ou les deux courtes missions proposées pour bien suivre les introductions des espèces exotiques (voir paragraphe V. 3. 4. Stratégie d'exploration et d'échantillonnage).

### **V. 3. 9. Conclusion et recommandations sur la mise en œuvre du programme de surveillance des ENI au Liban**

La prise en considération des différents points traités dans ce rapport est très importante. Les recommandations pour la mise en œuvre de ce programme national sont:

❖ La plus importante obligation et priorité c'est la formation des spécialistes nationaux pour avoir des compétences taxonomiques dans la majorité des groupes des ENI.

❖ En l'absence de réglementations contraignantes concernant l'introduction de nouvelles espèces sur le territoire, l'état écologique en 2020 ou en 2030 proposé par le MoE concernant les espèces non indigènes sera forcément moins bon qu'actuellement et les objectifs du BEE de l'EcAp ne seront pas atteints. En effet, sans ces réglementations, il est presque impossible de limiter l'introduction de nouvelles espèces. Une fois introduites il est également illusoire de vouloir limiter leurs impacts. D'où la nécessité du renforcement de la législation sur les introductions d'espèces. A cet égard, il faut prendre en considération:

- Les effets néfastes des eaux de ballast,
- L'impact socio-économique des invasions biologiques en milieu marin,
- La remédiation et moyens de lutte

❖ Les réglementations doivent inclure les 2 préventions les plus contraignantes, c'est d'établir deux listes:

- Une liste noire des espèces à qui on interdit l'entrée sur le territoire.
- Une liste blanche des espèces pour lesquelles il doit être démontré qu'elles ne présentent pas de danger ou un caractère invasif.

❖ La Création d'un observatoire pérenne des introductions d'espèces en milieu marin

❖ La compétence en analyse de risque et de modélisation appliquée à l'introduction des espèces invasives est demandée

❖ La création d'un site Internet national de diffusion de l'information relative aux espèces



introduites/invasives en milieu marin. Cette interface web serait alimentée par les experts scientifiques et aurait des missions:

- d'information: fiches espèces, cartes de répartition, brochures et posters avec des photos des ENI et en particulier des espèces envahissantes,
- de surveillance: permettre la signalisation de nouvelles espèces, la notification de l'évolution de la répartition de celles déjà introduites..., et
- de sensibilisation: auprès du grand public (précautions concernant la navigation de plaisance, l'achat d'appâts, l'aquariologie...), sur le besoin d'une évolution de la réglementation.

❖ Le développement des compétences et renforcement des capacités des utilisateurs des ports, de la région côtière et de la mer dans le domaine de la conservation de la nature et ses ressources.

❖ L'orientation de la recherche à privilégier:

- Le développement des protocoles de surveillance et des impacts des ENI (par exemple du type "Rapid Assessment Surveys") et des études à long terme sur les invasions biologiques, de manière à suivre les changements écologiques sur des périodes de 5 ans ou plus. Les différents clubs ou associations de plongée doivent être sollicités pour jouer un rôle dans ce programme de surveillance.
- L'impact du changement climatique global sur les espèces indigènes et non indigènes.

❖ Mettre en place des programmes de recherche nationaux et internationaux à long terme dans le cadre du renforcement de la coopération transfrontalière.

❖ Mise en place d'une coordination inter-organismes nationaux, régionaux et internationaux sur la problématique des espèces non indigènes et en particulier les espèces envahissantes.

❖ Les sites proposés pour la surveillance des espèces non indigènes répondent aux critères de choix recommandés par l'IMAP. La surveillance ou la couverture spatiale et temporelle pourra être changée selon les besoins imprévus.

❖ Les résultats issus de ce programme pourront aussi être utilisés pour les besoins du programme de surveillance des « Habitats benthiques ».

❖ La mise en œuvre concrète de ce programme de surveillance pourra se faire à partir de l'année 2018.

## Références

- 1- Abboud-Abi Saab, M., Bitar, G., Harmelin, J.G., Harmelin-Vivien, M., Romano, J.C., Zibrowius, H. 2003. Environnement côtier et biodiversité marine sur les côtes libanaises; inventaire et mise en place d'un ensemble matériel et humain d'observation et d'analyse

de leur évolution, degré d'altération des communautés benthiques littorales. RAPPORT FINAL. Programme de coopération Franco-Libanaise CEDRE (1999-2002): 75 p.

- 2- Abdul Malak, D. *et al.* 2011. *Overview of the Conservation Status of the Marine Fishes of the Mediterranean Sea*. Gland, Switzerland and Malaga, Spain: IUCN. vii + 61pp.
- 3- Bariche, M. & Saad, M. 2005. Settlement of the Lessepsian blue-barred parrotfish *Scarus ghobban* (Scaridae) in the Mediterranean. *JMBA2* - Biodiversity records, published online.
- 4- Bariche, M. 2010. First record of the angelfish *Pomacanthus maculosus* (Teleostei: Pomacanthidae) in the Mediterranean. *Aqua, International Journal of Ichthyology*, 16, 31-33.
- 5- Bariche, M. 2010. *Champsodon vorax* (Teleostei: Champsodontidae), a new alien fish in the Mediterranean. *Aqua, International Journal of Ichthyology*, 16, 197-200.
- 6- Bariche, M. 2011. First record of the cube boxfish *Ostracion cubicus* (Ostraciidae) and additional records of *Champsodon vorax* (Champsodontidae) from the Mediterranean. *Aqua, International Journal of Ichthyology*, 17, 181-184.
- 7- Bariche, M. & Heemstra, P. 2012. First record of the blacktip grouper *Epinephelus fasciatus* (Teleostei: Serranidae) in the Mediterranean Sea. *Marine Biodiversity Records*, 5, e1.
- 8- Bariche, M. 2012. Recent evidence on the presence of *Heniochus intermedius* (Teleostei: Chaetodontidae) and *Platycephalus indicus* (Teleostei: Platycephalidae) in the Mediterranean Sea. *BioInvasions Records*. Volume 1
- 9- Basson, P.W., Hardy, J.T. & Lakkis, V. 1976. Ecology of marine macroalgae in relation to pollution along the coast of Lebanon. *Acta Adriatica*, 18: 307-325.
- 10- Bellan-Santini, D. Lacaze, J.C. & Poizat, C. 1994. *Les biocénoses marines et littorales de Méditerranée: Synthèse, menaces et perspectives*. Muséum National d'Histoire Naturelle, Collection Patrimoines Naturels, Vo. 19, 246 pp.
- 11- Bitar, G. 1996. Le macrozoobenthos. *in*: Etude de la biodiversité biologique du Liban. Pub.5: Faune et flore marines et côtières. Projet GF/ 6105-92-72. Minist. Agr. Liban, PNUE: 41-48, Tab. 22: 113-126.
- 12- Bitar, G. 1999. Sur les *Caulerpa* de la côte libanaise (Méditerranée orientale). Actes de l'atelier sur les espèces *Caulerpa* invasives en Méditerranée. Heraklion, Crète Grèce, 18-20 mars 1998. PNUE, PAM, MED POL. MAP Technical Reports Series N., 125: 275-277.

- 13- Bitar, G. 2008. National overview on vulnerability and impacts of climate change on marine and coastal biodiversity in Lebanon. *Contrat RAC/SPA*, N° 16: 35 pages.
- 14- Bitar, G. 2010 a. Impact des changements climatiques et des espèces exotiques sur la biodiversité et les habitats marins au Liban. *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*, 39, p. 452.
- 15- Bitar, G. 2010 b. La flore marine benthique introduite de la côte libanaise. Etat actuel de trois espèces envahissantes. INOC-Tischreen University, International Conference on Biodiversity of the Aquatic Environment: 107-114.
- 16- Bitar, G. 2011. Les peuplements benthiques et ichthyologiques du littoral libanais. Impacts des espèces exotiques et du réchauffement climatique sur la biodiversité et les habitats marins. Rapport final des recherches sur la biodiversité marine benthique effectués dans le cadre de l'« Etablissement d'un projet de surveillance et d'environnement durable de la côte libanaise: Projet CANA-CNRS » (Contrat Réf.: 111/2010). 45 p., Annexe, 22 p.
- 17- Bitar, G. 2013. Sur la présence des poissons exotiques nouveaux de la côte libanaise (Méditerranée orientale). *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*, 40, p. 592.
- 18- Bitar, G. 2014. Les Mollusques exotiques de la côte libanaise. *Bull. Soc. zool. Fr.*, 139 (1-4): 37- 45.
- 19- Bitar, G. Bitar -Kouli S., 1995a. Aperçu de bionomie benthique et répartition des différents faciès de la roche littorale à Hannouch (Liban-Méditerranée orientale). *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, 34, p.19.
- 20- Bitar, G., Bitar – Kouli, S. 1995b. Impact de la pollution sur la répartition des peuplements de substrat dur à Beyrouth (Liban-Méditerranée orientale). *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, 34, p.19.
- 21- Bitar, G., Harmelin, J.G., Verlaque, M., Zibrowius, H. 2000. Sur la flore marine benthique supposée lessepsienne de la côte libanaise. Cas particulier de *Stypopodium schimperi*. RAC/SPA, (eds), *Proceedings of the First Mediterranean Symposium on Marine Vegetation*, Ajaccio, 3 et 4 Oct. 2000. Mednature 1, RAC/SPA, PNUE: 97-100.
- 22- Bitar, G., Kouli- Bitar, S. 1996. Inventaire des mollusques marins connus jusqu'à présent au Liban. Données biogéographiques et écologiques de quelques espèces nouvelles pour la côte libanaise. Xe.Congrès Soc. Française Malacologie, Agadir (Maroc).
- 23- Bitar, G., Kouli- Bitar, S. 1998. Inventaire des mollusques marins benthiques du Liban et remarques biogéographiques sur quelques espèces nouvellement signalées. *Mésogée*, Marseille. 56: 37-44.
- 24- Bitar G., Kouli- Bitar, S. 2001. Nouvelles données sur la faune et la flore benthiques de la côte libanaise. Migration lessepsienne. *Thalassia Salentina*, Italie. 25:71-74.

- 25- Bitar, G., Ramos-Esplá A.A., Ocaña O., Sghaier Y.R., Forcada A., Valle C., El Shaer H., Verlaque, M., 2017. Introduced marine macroflora of Lebanon and its distribution on the Levantine coast. *Mediterranean Marine Science*.
- 26- Bitar, G, Ocaña, O & Ramos-Esplá, A. 2007. Contribution of the Red sea alien species to structuring some benthic biocenosis in the Lebanon coast (Eastern Mediterranean). *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*, 38, p. 437.
- 27- Bitar, G., Zibrowius, H., 1997. Scleractinian corals from Lebanon, Eastern Mediterranean, including a non-lessepsian invading species (Cnidaria: Scleractinia). *Sci. Mar.*, 61 (2): 227-231.
- 28- Crocetta, F., Bitar, G., Zibrowius, H., Capua, D., Dell'Angelo, B. & Oliverio, M. 2014. Biogeographical homogeneity in the eastern Mediterranean Sea – III. New records and a state of the art of Polyplacophora, Scaphopoda and Cephalopoda from Lebanon (Mollusca). *Spixiana* 37 (2): 183-206.
- 29- Crocetta, F., Bitar, G., Zibrowius, H., and Oliverio, M. 2013 a. Biogeographical homogeneity in the eastern Mediterranean Sea. II. Temporal variation in Lebanese bivalve biota. *Aquat Biol* 19: 75–84.
- 30- Crocetta, F., Zibrowius, H., Bitar, G., Templado, J. and Oliverio, M. 2013 b. Biogeographical homogeneity in the eastern Mediterranean Sea - I: the opisthobranchs (Mollusca: Gastropoda) from Lebanon. *Medit. Mar. Sci.*, 14/2, 2013, 403-408.
- 31- Golani, D., Öztürk, B., Başusta, N. 2006. Fishes of the eastern Mediterranean. Turkish Marine Research Foundation, Istanbul, Turkey. 259 pp.
- 32- Gruvel, A. 1931. Les Etats de Syrie. Richesses marines et pluviales. *Soc. Edit. Géogr. Marit. et Colon.*, Paris, 453 p.
- 33- Harmelin, J. G., Bitar G., Zibrowius H. 2007. "Schizoretepora hassi n.sp. (Bryozoa, Phidoloporidae) from Lebanon (Eastern Mediterranean) and reappraisal of *Schizotheca serratimargo* (Hincks, 1886)". *Cahiers de Biologie Marine*. 48: 179 - 186.
- 34- Harmelin, J. G., Bitar, G., Zibrowius, H. 2009. Smittinidae (Bryozoa, Cheilostomata) from coastal habitats of Lebanon (Mediterranean Sea) including new and non-indigenous species. *Zoosystema* 31 (1): 163-187.
- 35- Harmelin-Vivien, M.L., Bitar, G., Harmelin, J.G., Monestiez, P. 2005. The littoral fish community of the Lebanese rocky coast (eastern Mediterranean Sea) with emphasis on Red Sea immigrants. *Biological Invasions*, 7: 625-637.
- 36- [https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/21262/17wg444\\_6\\_eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/21262/17wg444_6_eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

37- [http://www.rac-spa.org/sites/default/files/ecap/ig22\\_inf7.pdf](http://www.rac-spa.org/sites/default/files/ecap/ig22_inf7.pdf)

- 38- Kapisir, K., Apostolidis, C., Baldacconi, R., Baştusta, N., Bilecenoglu M., Bitar, G., Bobori, D.C., Boyaci, Y.Ö., Dimitriadis, C., Djurović, M., Dulčić, J., Duruan, F., Gerovasileiou, V., Gökoğlu, M., Koutsoubas, D., Lefkaditou, E., Lipej, L., Marković, O., Mavrič, B., Y. Özvarol, Y., Pesic, V., Petriki, O., A. Siapatis, A., Sini, M., Tibullo, D. and Tiralongo, F. 2014 (Collective Article A). New Mediterranean Marine biodiversity records (April, 2014). *Medit. Mar. Sci.*, 15/1, 198-212.
- 39- Katsanevakis, S., Poursanidis, D., Yokes, M. B., Mactic, V., Beqiraj, S., Kashta, A L., Sghaier, Y. R., Zakhama-Sraieb, R., Benamer, I., Bitar, G., Bouzaza, Z., Magni, P., Bianchi, C. N., Tsiakkios, L. and 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-Thessaloniki* 16: 224 – 236.
- 40- Lakkis, S. 2013. *Flore et faune marines du Liban (Méditerranée Orientale)*. Biologie, biodiversité, biogéographie. Aracne Publ., Rome, 510 pp.
- 41- Lakkis, S. & Novel-Lakkis, V. 2000. Distribution of the Phytobenthos along the coast of Lebanon (Levantine coast, East Mediterranean). *Medit.Mar.Sci.*, 1/2; 143-164.
- 42- Lebanon's Marine Protected Area Strategy. 2012. Supporting the management of important marine habitats and species in Lebanon. Beirut, Lebanon, Gland, Switzerland y Malaga, Spain: the Lebanese Ministry of Environment / IUCN. 64 p.
- 43- Logan, A., Bianchi, C.N., Morri, C., Zibrozius, H., Bitar, G. 2002. New records of recent brachiopods from the eastern Mediterranean Sea. *Annali del Museo civico di Storia naturale "G. Doria"*, Genova, 94: 407- 418.
- 44- Louisy, P. 2002. Guide d'identification des poissons marins. Europe et Méditerranée. Ulmer Ed., 430 p.
- 45- MoE/UNEP/GEF. 2016. National Biodiversity Strategy and Action Plan. Project – NBSAP, 113 p.
- 46- Morri, C., Puce, S., Bianchi, C.N., Bitar, G., Zibrowius, H., Bavestrello, G. 2009. Hydroids (Cnidaria: Hydrozoa) from the Levant Sea (mainly Lebanon), with emphasis on alien species. *J. Mar. Biol. Association, UK*, 89 (1): 49-62.
- 47- Mouneimné, N., 2002. Poissons marins du Liban et de la Méditerranée orientale. Printed by IPEX: 271p.
- 48- Mytilineou, C., Akel, E.H., Babali, N., Balistreri, P., Bariche, M., Boyaci, Y.Ö., Cilenti, L., Constantinou, C., Crocetta, F., Çelik, M., Dereli, H., Dounas, C., Durucan, F., Garrido, A., Gerovasileiou, V., Kapisir, K., Kebapcioglu, T., Kleitou, P., Krystalas, A., Lipej, L., Maina, I., Marakis, P., Mavrič, B., Moussa, R., Peña-Rivas, L., Poursanidis, D.,

- Renda, W., Rizkalla, S.I., Rosso, A., Scirocco, T., Sciuto, F., Servello, G., Tiralongo, F., Yapici, S., and Zenetos, A. 2016. New Mediterranean Biodiversity Records (November, 2016) *Mediterranean Marine Science*, 17, 794-821.
- 49- Otero, M., Cebrian, E., Francour, P., Galil, B., Savini, D. 2013. *Monitoring Marine Invasive Species in Mediterranean Marine Protected Areas (MPAs): A strategy and practical guide for managers*. Malaga, Spain: IUCN. 136 pages.
- 50- Pallary, P. 1938. Les Mollusques marins de la Syrie. *J. Conchyol.*, Paris. 82 (1): 5-58.
- 51- Pérès, J.M., Picard, J. 1964. Nouveau manuel de bionomie benthique de la Mer Méditerranée. *Rec. Trav. St. Mar. Endoume*, 31(47): 1-133.
- 52- Pérez, T. 2008. Impact des changements climatiques sur la biodiversité marine et côtière en Méditerranée. UNEP-MAP-CAR/ASP (N°27/2007/RAC/SPA), Tunis: 58 p.
- 53- RAC/SPA - UNEP/MAP. 2014. Ecological characterization of sites of interest for conservation in Lebanon: Enfeh Peninsula, Ras Chekaa cliffs, Raoucheh, Saida, Tyre and Nakoura. By Ramos-Esplá A.A., Bitar G., Khalaf G., El Shaer H., Forcada A., Limam A., Ocaña O., Sghaier Y.R. & Valle C. Ed. RAC/SPA - MedMPAnet Project, Tunis: 146 p + annexes.
- 54- UNEP/IUCN/GIS-Posidonia. 1990. Livre rouge 'Gérard Vuignier' des végétaux, peuplements et paysages marins menacés de Méditerranée. *MAP Technical Report Series*, No. 43. UNEP, Athens, 250 pp.
- 55- UNEP-MAP-RAC/SPA. 2006. Classification of Benthic Marine Habitat Types for the Mediterranean Region. Ed. Regional Activity Centre for Special Protected Areas, Tunis. 14 pp.
- 56- UNEP-MAP-RAC/SPA. 2015. Handbook for interpreting types of marine habitat for the selection of sites to be included in the national inventories of natural sites of conservation interest. Denise BELLAN-SANTINI, Gérard BELLAN, Ghazi BITAR, Jean Georges HARMELIN, Gerard PERGENT. Ed. RAC/SPA, Tunis, 161 p. + Annex (Orig. pub. 2002).
- 57- Zenetos, A., Akel E.H. KH., Apostolidis, C., Bilecenoglu, M., Bitar, G., Buchet, V., Chalari, N., Corsini-foka, M., Crocetta, F., Dogrammatzi, A., Drakulić, M., Fanelli, G., Giglio, G., Imsiridou, A., Kaporis, K., Karachle, P.K., Kavadas, S., Kondylatos, G., Lefkaditou, E., Lipej, L., Mavrič, B., Minos, G., Moussa, R., Prato, E., Pancucci-Papadopoulou, M.A., Renda, W., Ríos, N., Rizkalla, S.I., Russo, F., Servonnat, M., Siapatis, A., Sperone, E., Theodorou, J.A., Tiralongo, F. and Tzovenis, I. 2015 (Collective Article A). New Mediterranean Biodiversity Records (April 2015). *Medit. Mar. Sci.*, 16/1, 266-284.
- 58- Zibrowius. H., Bitar. G. 1981. Serpulidae (Annelida Polychaeta) indopacifique établis dans la région de Beyrouth, Liban. *Rap. Comm. int. Mer Médit.*: 27(2): 159-160.

59-Zibrowius. H., Bitar. G., 2003. Invertébrés Marins Exotiques sur la Côte du Liban.  
*Lebanese Science Journal*. Vol. 4, No. 1: 67- 74.