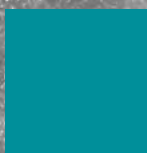
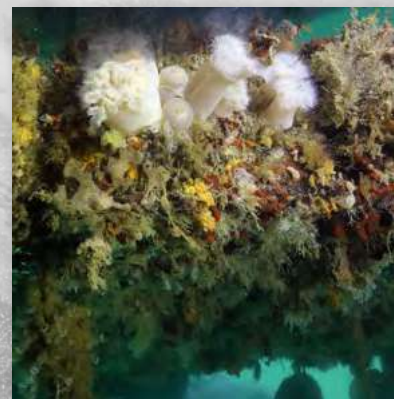


ESPÈCES EXOTIQUES ENVAHISSANTES MARINES

Risques et défis pour les écosystèmes marins et littoraux des collectivités françaises d'outre-mer



État des lieux et recommandations



Ouvrage publié par le Comité français de l'UICN, Paris, France

Coordination et rédaction : Doriane Blottière et Yohann Soubeyran (Comité français de l'UICN)

Sous la direction de : Florian Kirchner et Sébastien Moncorps (Comité français de l'UICN)

Principaux contributeurs : Patrick Barrière (CEN de Nouvelle-Calédonie) ; Julien Chalifour (Réserve naturelle nationale de Saint-Martin) ; Yannick Chancerelle (CRIOBE) ; Christine Fort (CEN de Nouvelle-Calédonie) ; Patrice Francour (CNRS, Université Nice Sophia Antipolis) ; Philippe Goulletquer (Ifremer) ; Myriam Marcon (CEN de Nouvelle-Calédonie) ; Jean-Philippe Maréchal (Observatoire du milieu marin martiniquais) ; Cécile Massé (UMS Patrimoine naturel) ; Olivier Raynaud (Agence territoriale de l'environnement de Saint-Barthélemy) ; Tévamie Rungassamy (GIP Réserve naturelle nationale marine de La Réunion) ; Thomas Saucède (Université de Bourgogne) ; Frank Urtizberea (DTAM de Saint-Pierre-et-Miquelon) ; Frédérique Viard (CNRS, Station biologique de Roscoff) ; Mayalen Zubia (Université de la Polynésie française).

Autres contributeurs ayant apporté des informations : Mehdi Adjero (IRD de Nouvelle-Calédonie) ; Claire-Sophie Azam (Réserve naturelle nationale des Terres Australes françaises) ; Ernesto Azzurro (National Institute for Environmental Protection and Research, Italy) ; Pierre Bouvais (DEAL de Mayotte) ; Norma Cherry-Fevrier (Commission of the Organisation of Eastern Caribbean States, Saint Lucia) ; Guillaume Decalf (DEAL de Mayotte) ; Pascal Dumas (IRD de Nouvelle-Calédonie) ; Céline Esprit (DEAL de Guadeloupe) ; Aurélie Foudrain (Gouvernement de Nouvelle-Calédonie) ; Maël Imirizaldu (Conservation International) ; Joan John-Norville (Commission of the Organisation of Eastern Caribbean States, Saint Lucia) ; Isabelle Jurquet (Province Sud de Nouvelle-Calédonie) ; Sophie Katrawi (Province Nord de Nouvelle-Calédonie) ; Jérémy Kiszka (Florida International University) ; Mélina Laurent (DEAL de Guadeloupe) ; Tricia Lovell (Government of Antigua and Barbuda) ; Cynthia McKenzie (Fisheries and Oceans Canada) ; Jean-Yves Meyer (Délégation à la Recherche de la Polynésie française) ; Siyasanga Miza (South African National Biodiversity Institute) ; Kelvin Passfield (Te Ipukarea Society, Cook Island) ; Claude Payri (IRD de Nouvelle-Calédonie) ; Bastien Preuss (SQUALE) ; Naitram Ramnanan (CAB International, Trinidad) ; Tsirivelo Ratoson (Tropical Biodiversity and social enterprise, Madagascar) ; Wawan Ridwan (WWF Indonesia) ; Pascale Salaun (AFB Polynésie française) ; Lesio Saurara (SPC, Fiji) ; Ahmed Saeed Suliman (Environmental Protection Authority Socotra, Yemen) ; Jeanne Wagner (AFB - Parc naturel marin de Mayotte et des Glorieuses) ; Jean Wiener (FoProBiM, Haïti).

Citation : UICN Comité français (2019). Espèces exotiques envahissantes marines : risques et défis pour les écosystèmes marins et littoraux des collectivités françaises d'outre-mer. État des lieux et recommandations. Paris, France. 100 pages.

Illustrations de couverture : Martial Dosdane (Province Sud de Nouvelle-Calédonie), Bastien Preuss (SQUALE), Olivier Raynaud (Agence territoriale de l'environnement de Saint-Barthélemy), Wilfried Thomas (Station biologique marine de Roscoff).

Dépôt légal : Juillet 2019 - **ISBN :** 978-2-918105-74-9

Création et conception : Caroline Rampon - caroline.rampon@laptitefabrikdecom.fr - www.laptitefabrikdecom.fr

Impression : Impact Imprimerie - Saint Gély du Fesc  **PEFC** 10-31-1319

Pour commander l'ouvrage :

Comité français de l'UICN

Musée de l'Homme

17, place du Trocadéro - 75016 Paris

Tél : +33 1 47 07 78 58 - E-mail : uicn@uicn.fr - Site internet : www.uicn.fr

Cet ouvrage est disponible en téléchargement sur le site du Comité français de l'UICN (www.uicn.fr) et sur celui de l'initiative dédiée aux espèces exotiques envahissantes (www.especes-envahissantes-outremer.fr).

La reproduction à des fins non commerciales, notamment éducatives, est permise sans autorisation écrite à condition que la source soit dûment citée. La reproduction à des fins commerciales, et notamment en vue de la vente, est interdite sans permission écrite préalable du Comité français de l'UICN. La présentation des documents et des termes géographiques utilisés dans cet ouvrage ne sont en aucun cas l'expression d'une opinion quelconque de la part du Comité français de l'UICN sur le statut juridique ou l'autorité de quelque Etat, territoire ou région, ou sur leurs frontières ou limites territoriales.

Cette publication a bénéficié du soutien de :

**AGENCE FRANÇAISE
POUR LA BIODIVERSITÉ**

ÉTABLISSEMENT PUBLIC DE L'ÉTAT



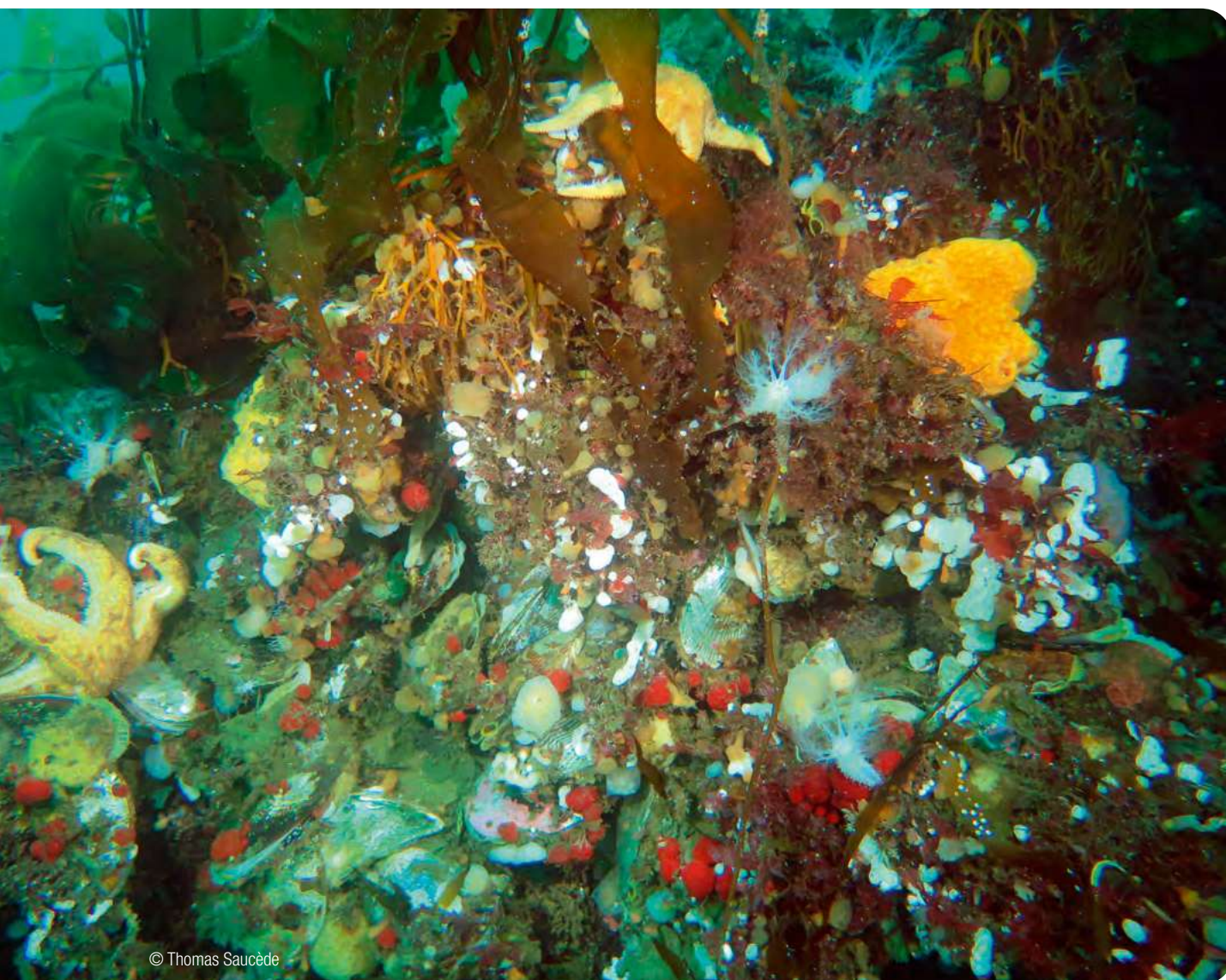
IFRECOR

■ SOMMAIRE

Définitions des termes clés	5
Principaux acronymes utilisés	5
Introduction	6
Quelques points clés sur les espèces exotiques envahissantes marines	9
Une menace croissante	10
Des vecteurs d'introduction variés	11
Des conséquences multiples	13
Une gestion difficile	16
Des engagements internationaux	18
La situation en outre-mer : constats, défis et recommandations	23
Des espèces exotiques marines aux conséquences méconnues	26
Des contextes régionaux à risques	29
Le transport maritime et la navigation de plaisance : principaux vecteurs d'introduction et de dispersion	32
Un manque critique de connaissances	34
Une faible prise en compte du risque	36
Conclusion et recommandations	37
Synthèses par régions et collectivités	45
Les Antilles françaises	46
La Guyane française	56
Les collectivités de l'océan Indien	60
Les collectivités du Pacifique	66
Saint-Pierre-et-Miquelon	76
Les îles subantarctiques et la Terre Adélie	80
Bibliographie et annexes	83

LISTE DES ENCADRÉS

• Espèces exotiques envahissantes marines et changements climatiques : des interactions complexes	15
• Micro-organismes et pathogènes : ces espèces invisibles aux conséquences potentiellement catastrophiques	16
• Est-ce que les AMP protègent des espèces exotiques envahissantes marines ?	17
• La Convention internationale sur la gestion des eaux de ballast enfin en vigueur !	19
• Prolifération d'espèces indigènes et d'espèces exotiques : deux problématiques bien distinctes	24
• L'invasion du Poisson-lion dans les Caraïbes : un cas d'école	28
• Identifier, suivre et comprendre les invasions biologiques marines : l'apport des outils basés sur l'ADN	35
• La mangrove en Polynésie française : un écosystème introduit	68



© Thomas Saucède

■ DÉFINITIONS DES TERMES CLÉS

Espèce exotique envahissante : selon les définitions retenues au niveau international et dans la stratégie nationale sur cet enjeu, espèce introduite volontairement ou accidentellement par l'homme en dehors de son aire de répartition naturelle, dont l'implantation et la propagation menacent les écosystèmes, les habitats ou les espèces indigènes, avec des conséquences écologiques, économiques ou sanitaires négatives.

Introduction : déplacement par l'homme d'une espèce en dehors de son aire de répartition naturelle, par le transport de n'importe quelle partie pouvant survivre puis se reproduire par la suite (individu, gamètes, graines, spores, œufs ou autres propagules). Ce déplacement peut intervenir à l'intérieur d'un pays ou entre pays. Une « introduction intentionnelle » est une introduction volontaire et réalisée dans un but particulier (agriculture, aquaculture, sylviculture, élevage, restauration écologique, lutte biologique, chasse, pêche, loisirs, etc.). Une « introduction involontaire » est une introduction intervenant par accident du fait des activités humaines (via le fret maritime ou aérien, les eaux de ballast ou la coque des navires, l'aquaculture, etc.).

Espèce indigène (d'un territoire) : espèce présente naturellement à l'intérieur d'un territoire.

Espèce endémique (d'un territoire) : espèce dont la distribution géographique est limitée à un territoire et qui ne se trouve pas ailleurs à l'état naturel.

Espèce cryptogène (d'un territoire) : espèce dont le statut de la population, introduite ou indigène, ne peut pas être déterminé par méconnaissance de son aire de distribution naturelle.

Espèce exotique (d'un territoire) : espèce introduite délibérément ou accidentellement dans un territoire dissocié de son aire de distribution naturelle.

Espèce naturalisée : espèce introduite ayant rencontré des conditions écologiques favorables à l'établissement de populations autonomes et à son implantation durable dans le temps.

Gestion : terme englobant tous les aspects des interventions envisageables dans un contexte donné, depuis l'analyse de la situation jusqu'à la mise en œuvre concrète d'interventions, y compris leur suivi.

■ PRINCIPAUX ACRONYMES UTILISÉS

AMP : Aire marine protégée

CDB : Convention sur la diversité biologique

COI : Commission de l'océan Indien

DEAL : Direction de l'environnement, de l'aménagement et du logement

EEE : Espèce exotique envahissante

DCE : Directive cadre sur l'eau

DCSMM : Directive cadre stratégie pour le milieu marin

ICRI : *International coral reef initiative*

IFRECOR : Initiative française pour les récifs coralliens

OMI : Organisation maritime internationale

PROE : Programme régional océanien pour l'environnement

SAR : Schéma d'aménagement régional

SDAGE : Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux

UICN : Union internationale pour la conservation de la nature

ZEE : Zone économique exclusive

■ INTRODUCTION

Le patrimoine naturel marin des collectivités françaises d'outre-mer est exceptionnel, bien qu'encore très méconnu. Avec une ZEE totale de plus de 10 millions de km², les outre-mer contribuent à plus de 97 % à l'espace maritime national, le deuxième plus vaste au monde. Les îles et archipels français tropicaux accueillent 10 % des récifs coralliens et lagons et 20 % des atolls de la planète. En termes de biodiversité, les récifs coralliens figurent parmi les écosystèmes les plus riches et les plus productifs au monde. La Réunion se situe dans le point chaud de la biodiversité marine « îles Mascareignes du sud » et la Nouvelle-Calédonie est identifiée comme un centre d'endémisme de la biodiversité marine. Saint-Pierre-et-Miquelon et les îles subantarctiques ne sont pas en reste avec des habitats originaux et souvent uniques comme des forêts d'algues ou des coraux profonds d'eau froide.

Sur le plan économique, les milieux côtiers ultra-marins sont d'une importance majeure, via la pêche ou le développement d'activités touristiques mais également par les services écosystémiques qu'ils rendent comme la protection contre la houle ou la séquestration du carbone. La valeur économique générée par les récifs coralliens et les écosystèmes associés en outre-mer a été évaluée entre 950 millions et 1,3 milliards d'euros par an (Pascal *et al.*, 2016). Mais ce patrimoine marin fait face à de multiples pressions : surexploitation des ressources, constructions d'aménagements, pollutions, changements climatiques, entre autres.

Dans les milieux terrestres d'outre-mer, les espèces exotiques envahissantes sont reconnues comme l'une des principales causes d'érosion de la biodiversité. Par leurs multiples impacts, elles menacent les espèces indigènes et les écosystèmes, et induisent également des conséquences négatives sur les plans socio-économiques et sanitaires. Si sur terre ces espèces sont de mieux en mieux connues et si des stratégies sont développées pour tenter de prévenir leur introduction, leur dispersion et limiter leurs impacts, quelle est la situation en mer ?

Dans le cadre de son Initiative spécifique sur les espèces exotiques envahissantes en outre-mer¹, le Comité français de l'UICN France a souhaité conduire le premier état des lieux sur les invasions biologiques marines à l'échelle de l'ensemble des collectivités d'outre-mer. Ce projet a été mené durant 2 ans avec le soutien de l'IFRECOR, de l'Agence française pour la biodiversité et du Ministère de la transition écologique et solidaire. La réalisation de cet ouvrage a mobilisé une quarantaine de contributeurs et s'appuie sur une importante recherche bibliographique avec plus de 150 publications et rapports consultés, sur l'analyse des principales bases de données mondiales sur les espèces exotiques envahissantes et sur la consultation des réseaux régionaux existants sur le sujet.

LES PRINCIPALES QUESTIONS DE L'ÉTAT DES LIEUX

- Quelles sont les espèces marines non-indigènes connues dans chacune des collectivités françaises d'outre mer ?
- Parmi ces espèces, quelles sont celles dont les impacts écologiques ou socio-économiques, avérés ou potentiels, sont les plus importants ?
- Quelles sont les espèces exotiques envahissantes marines présentes dans les pays voisins ou les mers régionales susceptibles de constituer un risque pour les collectivités d'outre-mer ?
- Quels sont les principaux vecteurs d'introduction ?
- Quelles réglementations locales, nationales et internationales s'appliquent à chacune des collectivités ?
- Quels sont les programmes de gestion et de recherche mis en œuvre dans ces collectivités ?

Cette publication constitue ainsi une première pierre sur un sujet encore peu connu et peu étudié. Elle ne recherche pas l'exhaustivité mais vise à apporter des éléments d'informations nécessaires pour comprendre l'enjeu des invasions biologiques marines et sensibiliser les parties prenantes, acteurs et usagers

de la mer aux risques qu'elles font peser sur les écosystèmes marins et littoraux des outre-mer. Des recommandations sont proposées dans ce sens pour renforcer la prévention et l'anticipation des invasions biologiques marines dans les collectivités françaises d'outre-mer.

1 • www.especes-envahissantes-outremer.fr

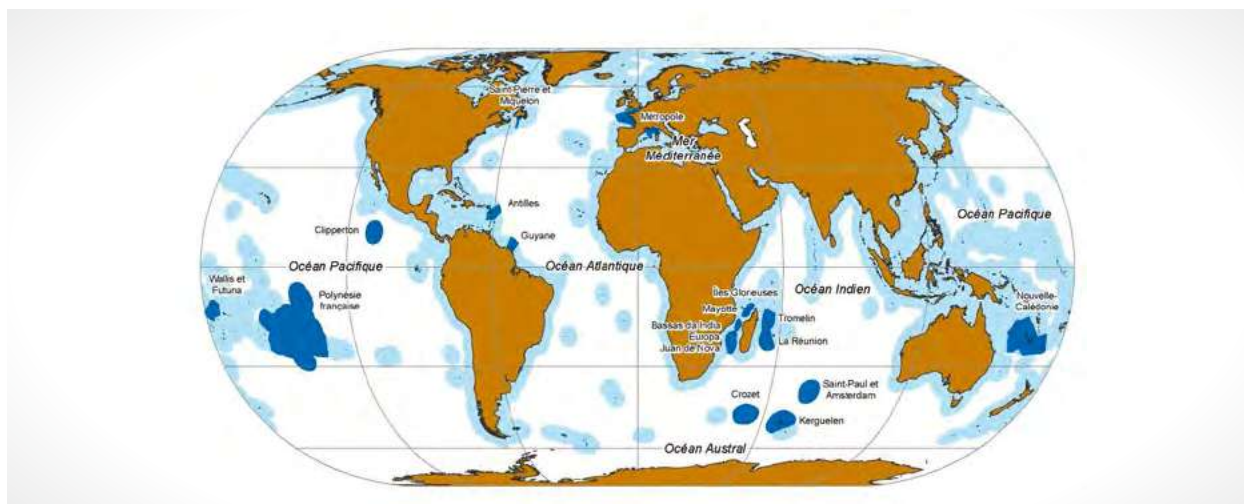


Figure 1 : L'outre-mer français et les eaux territoriales françaises (Source : Agence française pour la biodiversité).

COLLECTIVITÉ	Nombre d'espèces indigènes marines connues*	Ecosystèmes marins remarquables	Linéaire de côtes (Km)	ZEE (en millier de Km ²)
Guadeloupe	3 591	Récifs coralliens, herbiers	405	90
Martinique	2 679	Récifs coralliens, herbiers	293	45
Saint-Martin	1 265	Récifs coralliens, herbiers	50	1
Saint-Barthélemy	988	Récifs coralliens, herbiers	24	4
Guyane	1 408	/	608	130
Mayotte	3 827	Récifs coralliens, herbiers	135	73,6
La Réunion	4 873	Récifs coralliens	206	318,3
TAAF - îles Eparses	1 616	Récifs coralliens	60	640,4
Nouvelle-Calédonie	14 265	Récifs coralliens, herbiers	3 367	1 400
Wallis et Futuna	2 121	Récifs coralliens	106	300
Polynésie française	6 966	Récifs coralliens	4 497	5 000
Clipperton	766	Récifs coralliens	5	425,2
Saint-Pierre-et-Miquelon	282	Laminaires, coraux froids	137	12,3
TAAF - îles subantarctiques	1 553	Forêts de l'algue brune géante, <i>Macrocystis pyrifera</i> , coraux froids	2 700	1 800

Tableau 1 : Les collectivités françaises d'outre-mer : biodiversité marine et écosystèmes remarquables.

*d'après l'INPN 2018, y compris les oiseaux marins (<https://inpn.mnhn.fr>).



© Greaux



Quelques points clés sur les espèces exotiques envahissantes marines

Une menace croissante	10
Des vecteurs d'introduction variés	11
Des conséquences multiples	13
Une gestion difficile	16
Des engagements internationaux	18

■ UNE MENACE CROISSANTE

Les mers, les océans et les côtes du globe n'échappent pas aux invasions biologiques (Bax *et al.*, 2003 ; Molnar *et al.*, 2008). Le commerce maritime international (Carlton, 1985 ; Coutts *et al.*, 2003), l'aquaculture (Casal, 2006), et d'autres activités comme le commerce des espèces d'aquarium (Semmens *et al.*, 2004 ; Padilla & Williams, 2004), la navigation de plaisance (Clarke Murray *et al.*, 2011) ou le creusement de canaux navigables ont multiplié les voies de diffusion et les points d'entrée d'espèces exotiques en milieu marin.

Plusieurs milliers d'espèces sont ainsi transportées par voie maritime chaque jour notamment par les eaux de ballast et les coques des navires (Bax *et al.*, 2003 ; Sylvester *et al.*, 2011). Si la plupart d'entre elles ne survivent pas au voyage, ne s'acclimatent pas aux conditions de leur environnement d'arrivée ou s'établissent sans présenter de caractère envahissant, certaines cependant prolifèrent jusqu'à devenir envahissantes, menaçant alors la biodiversité indigène (Fig. 2).

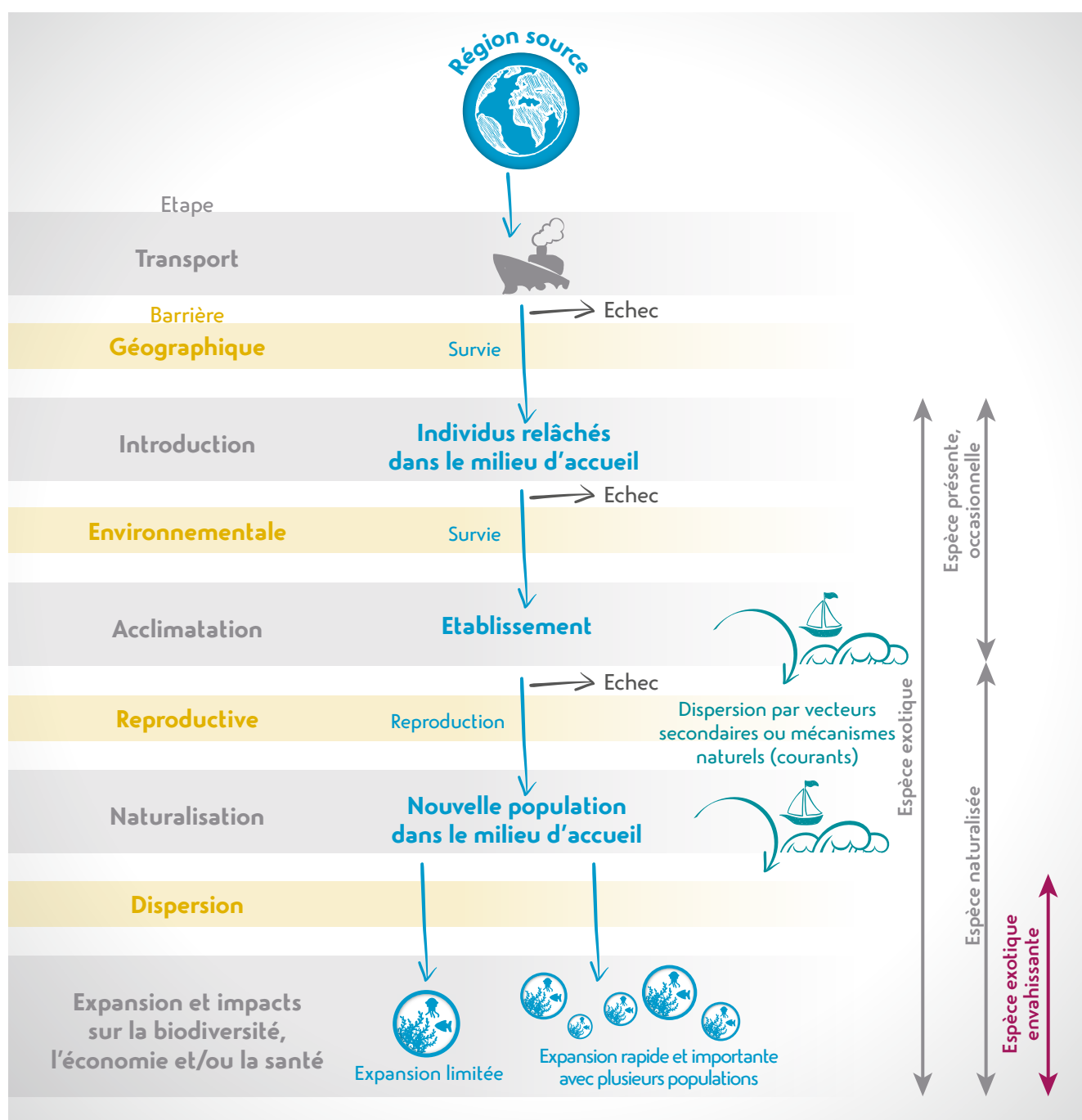


Figure 2 : Représentation schématisée de la propagation d'une espèce exotique envahissante et des principales barrières la limitant (adaptée de Viard et Comtet, 2015 ; Richardson *et al.*, 2000 ; Goudard, 2007 ; Otero *et al.*, 2013 d'après Blackburn *et al.*, 2011).

Le nombre d'espèces exotiques marines recensées dans les différents pays côtiers et îles du monde n'a cessé d'augmenter, en particulier depuis la seconde moitié du 20^e siècle, en lien avec l'accroissement du trafic maritime et des échanges aquacoles. Les introductions d'espèces exotiques concernent l'ensemble des mers du globe. Sur les 232 écorégions marines identifiées (Spalding *et al.*, 2007), 84 % présentent des EEE, dans une

grande diversité de groupes taxonomiques : micro-organismes, coraux, algues, phanérogames, crustacés, mollusques, poissons, ascidies, etc. (Katsenavakis *et al.*, 2013, 2014 ; Molnar *et al.*, 2008). A l'instar des introductions d'espèces en milieu terrestre, rien ne laisse aujourd'hui présager un ralentissement significatif de ces introductions (Seebens *et al.*, 2016 ; 2017).

■ DES VECTEURS D'INTRODUCTION VARIÉS

Quatre principaux types de vecteurs contribuent à la dispersion des espèces marines : le transport maritime, l'aquaculture et le commerce des produits de la mer, le creusement de canaux et l'aquariophilie (Fig. 3a). A l'échelle mondiale, les introductions d'EEE marines sont, dans leur grande majorité, accidentelles et

liées au transport maritime (eaux de ballast et *biofouling*) et à l'élevage aquacole (Fig. 3b ; Molnar *et al.*, 2008). Il existe néanmoins de fortes disparités régionales dans l'importance relative des vecteurs (voir Nunes *et al.* 2014 pour un exemple en Europe).

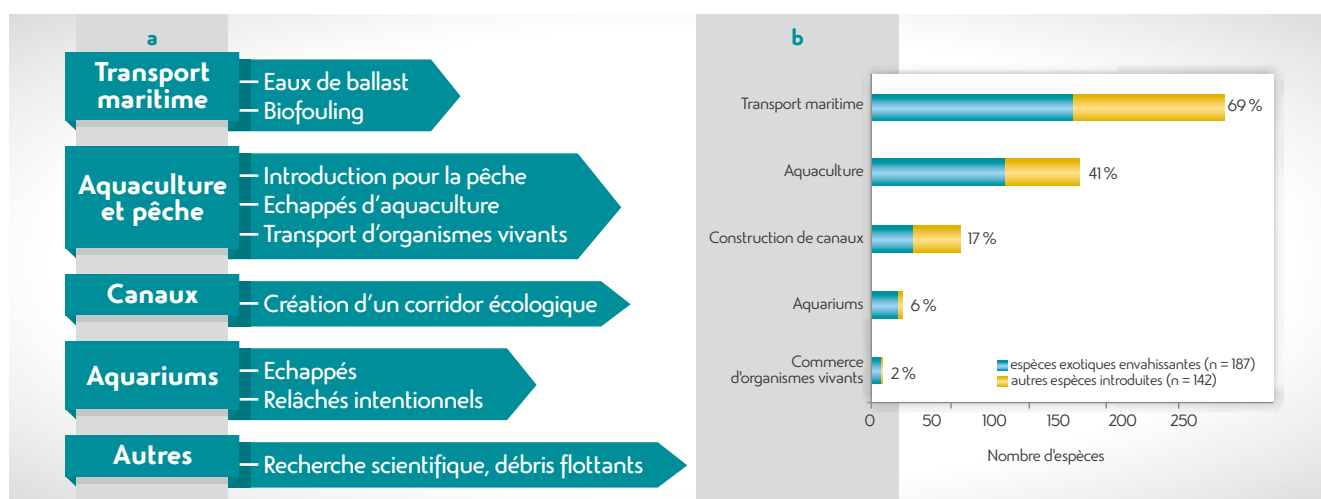


Figure 3 : Les principaux vecteurs d'introduction d'espèces exotiques envahissantes marines (a) et leur importance relative (b) (adaptée de Bax *et al.*, 2003 et de Molnar *et al.*, 2008).

A l'heure actuelle, 90 % des marchandises échangées dans le monde sont transportées sur les océans (Tamelander *et al.*, 2010). Plus de 10 milliards de tonnes d'eau sont déplacées chaque année dans les ballasts des navires accompagnées d'un important cortège d'espèces. Les coffres de prise d'eau (« *sea-chest* »), cavités dans la coque abritant les dispositifs de prises d'eau utilisées pour les ballasts, sont également susceptibles d'abriter des organismes (Schembri *et al.*, 2010 ; Coutts & Dodgshun, 2007). Entre 7 000 et 10 000 espèces seraient ainsi transportées chaque jour dans le monde (Bax *et al.*, 2003 ; Tamelander *et al.*, 2010). Bien que beaucoup d'organismes meurent dans les ballasts (dommages physiques, manque de lumière, manque de ressources alimentaires), certains survivent et trouvent des conditions favorables dans les eaux où ils sont relâchés. Le cténophore *Mnemiopsis leidyi* a ainsi été introduit en mer Noire et en mer Caspienne via les eaux de ballast de navires de commerce au début des années 1980, avec de lourdes conséquences sur l'écosystème local et l'activité économique de la région dont les pêcheries (Ivanov *et al.*, 2000 ; Shiganova *et al.*, 2001).

Le *biofouling* (biosalissures ou « encrassement biologique ») correspond aux salissures biologiques présentes sur les coques et équipements des navires, qui offrent un support pour de nombreux organismes fixés ou mobiles tels que les ascidies, les algues, les bivalves, les balanes et autres petits crustacés. Il existe en effet sur les navires de nombreuses « zones refuges » qui permettent à ces espèces d'être abritées des courants, de se développer voire d'atteindre leur maturité reproductive. Une étude réalisée dans les ports de Vancouver et d'Halifax a ainsi montré que les navires à quai pouvaient abriter jusqu'à 600 000 spécimens par bateaux et jusqu'à 156 espèces différentes (Sylvester *et al.*, 2011). Les biosalissures sur les coques des navires seraient par exemple responsables de la présence de 74 % des espèces d'invertébrés marins non-indigènes identifiés dans les îles hawaïennes (Eldredge & Carlton, 2002), de 42 % des espèces marines non intentionnellement introduites au Japon (Otani, 2006) et de 78 % des espèces introduites identifiées dans la baie de Port Philip en Australie (Hewitt *et al.*, 2004).

Les navires de commerce ne sont pas les seuls vecteurs d'introduction. Tout type de navigation (croisière, plaisance, militaire) peut être source d'introductions d'organismes. C'est par exemple un bateau de pêche qui est à l'origine de l'arrivée de l'algue brune *Undaria pinnatifida* aux îles Chatham en Nouvelle-Zélande en 2000 (De Poorter *et al.*, 2009). La plaisance, longtemps négligée, est considérée aujourd'hui comme un vecteur clé de la propagation des espèces marines introduites dans de nouvelles régions (Acosta *et al.* 2009, Clarke-Murray *et al.* 2011, Lacoursière-Roussel *et al.* 2012).

Concernant l'aquaculture, de nombreuses espèces marines sont élevées hors de leur aire de répartition naturelle. Plusieurs espèces de mollusques bivalves comme l'huître creuse japonaise (*Crassostrea gigas*) ou la Moule verte asiatique (*Perna viridis*) ont ainsi été introduites dans de nombreux pays pour y être élevées et se sont révélées par la suite envahissantes (Minchin, 2007). De plus, lors de leur importation et leur transport, les espèces aquacoles peuvent servir d'hôtes pour des parasites, des pathogènes ou d'autres organismes qui s'établiront dans leur écosystème d'accueil (Bax *et al.*, 2003). Par exemple, l'algue brune *Undaria pinnatifida* est probablement arrivée en Méditerranée au début des années 1970 avec des importations volontaires de naissains d'huître japonaise.

La construction de canaux a ouvert des passages entre des mers et des océans à l'origine séparés par des barrières naturelles. L'ouverture du canal de Panama a ainsi permis à des organismes d'être transportés entre l'ouest de l'océan Pacifique et la mer des Caraïbes par les navires empruntant le canal. Le canal de Suez a quant à lui créé une nouvelle route de dispersion des espèces entre la mer Rouge et la mer Méditerranée : on estime qu'environ deux tiers des 751 espèces exotiques recensées en Méditerranée y ont été introduites par l'intermédiaire du canal (Galil *et al.*, 2017)².

Les échappées ou relâchés intentionnels d'organismes issus d'aquariums sont également des vecteurs potentiels d'introduction d'espèces hors de leur aire de répartition naturelle. L'invasion de l'algue verte *Caulerpa taxifolia* en Méditerranée est ainsi liée à son importation au Musée océanographique de Monaco, à partir duquel elle s'est disséminée dans le milieu via le système d'élimination des eaux usées de l'aquarium. La colonisation des Caraïbes par le Poisson-lion (*Pterois volitans*) est quant à elle très probablement liée à des individus échappés d'aquariums en Floride au début des années 1990 (Hamner *et al.*, 2007 ; Betancur *et al.*, 2011). De nombreuses introductions de poissons exotiques en Méditerranée sont également suspectées d'être liées à l'aquariophilie (Zenetos *et al.*, 2016).

Le commerce de produits de la mer vivants (« live seafood ») comme les poissons, les crabes, les homards, les palourdes, les moules ou les huîtres peut également être à l'origine de lâchés accidentels ou intentionnels de ces espèces dans des eaux locales.

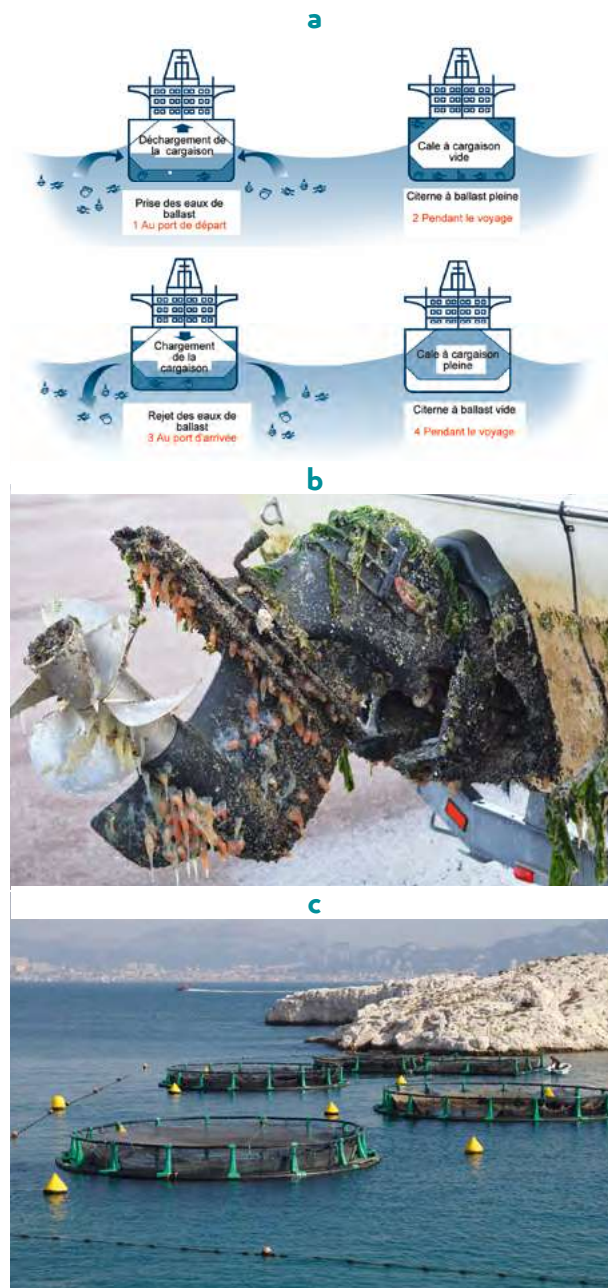


Figure 4 : Exemples de vecteurs d'introduction d'espèces exotiques marines : a) fonctionnement des eaux de ballast (© Globalballast, 2010) ; b) bio-salissures causées par des ascidies (© Frank Urtizberea) ; c) bassins d'aquaculture en pleine mer (© Julien Carnot).

2 • Le processus d'introduction par le canal de Panama et celui de Suez sont différents. Le canal de Panama est constitué d'eau douce et les organismes marins ne circulent d'un océan à l'autre que grâce aux navires utilisant le canal. Pour le canal de Suez, si les navires facilitent le déplacement d'espèces, le canal constitue en lui-même une nouvelle route de dispersion des espèces marines par des moyens naturels.

■ DES CONSÉQUENCES MULTIPLES

Les EEE marines sont aujourd'hui une composante essentielle du changement global des écosystèmes marins et côtiers et leurs conséquences sont de mieux en mieux documentées (Carlton, 1996 ; Katsenavakis *et al.* 2014). Elles sont d'ordre écologique, économique et sanitaire (Tab. 2). L'évaluation de ces impacts reste cependant très lacunaire : seule une petite fraction du nombre d'EEE marines a fait l'objet d'études, notamment en raison de la difficulté de réaliser des études expérimentales en mi-

lieux marins ou de l'accessibilité limitée de ces milieux (Ojaveer *et al.*, 2015). L'ampleur des impacts est donc très certainement sous-estimée. Cependant l'une des conséquences majeures des invasions biologiques marines est l'homogénéisation biotique des habitats et des paysages. Des espèces comme le Crabe vert (*Carcinus maenas*), originaire d'Europe, ou l'Huître creuse (*Crassostrea gigas*), originaire du Nord-Ouest du Pacifique, ont aujourd'hui une distribution quasi planétaire.

Types d'impacts		
Environnementaux	Economiques	Sanitaires
→ Compétition avec des espèces indigènes (spatiale ou trophique) → Prédation d'espèces indigènes → Transmission de pathogènes aux espèces indigènes → Hybridation avec des espèces indigènes → Modifications du milieu	→ Biosalissures (biofouling) sur les infrastructures (ports, digues, canalisations, structures aquacoles, etc.) → Réduction des stocks de pêche et coûts indirects (nettoyage des coques des bateaux, des filets, etc.) → Réduction des stocks d'aquaculture et coûts indirects → Nuisances au tourisme	→ Blessures → Intoxications → Maladies

Tableau 2 : Principaux impacts engendrés par les espèces exotiques envahissantes marines.

Des EEE marines sont impliquées dans des régressions des populations d'espèces indigènes et dans des modifications du fonctionnement des écosystèmes (Bax *et al.*, 2003 ; Katsanevakis *et al.*, 2014 ; Molnar *et al.*, 2008). Ainsi, selon les dernières estimations de la Liste rouge mondiale de l'UICN, sur les 964 espèces marines considérées comme menacées parmi plus

de 12 000 espèces évaluées, 290 (30 %) le sont par des EEE (Fig. 5). Des impacts importants sur les écosystèmes ou services associés ont été mis en évidence pour 57 % des 329 espèces exotiques marines pour lesquelles des données étaient disponibles en 2008 (Fig. 6) (Molnar *et al.*, 2008).

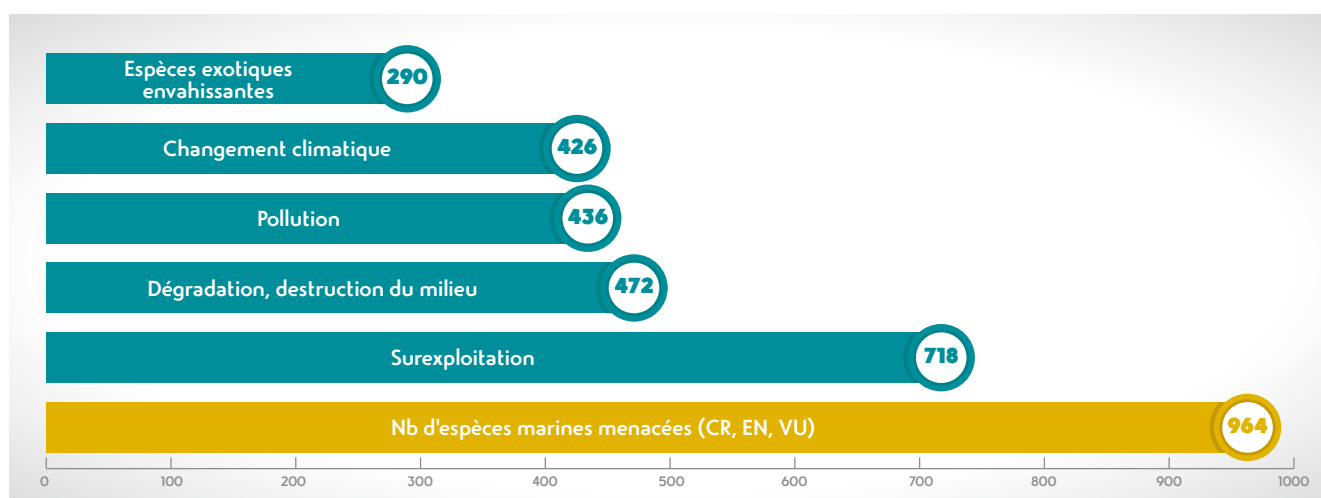


Figure 5 : Principaux facteurs menaçant les espèces marines classées en danger critique (CR), en danger (EN) et vulnérable (VU) d'après la Liste rouge mondiale de l'UICN (IUCN 2019. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2019-1 ; www.iucnredlist.org).

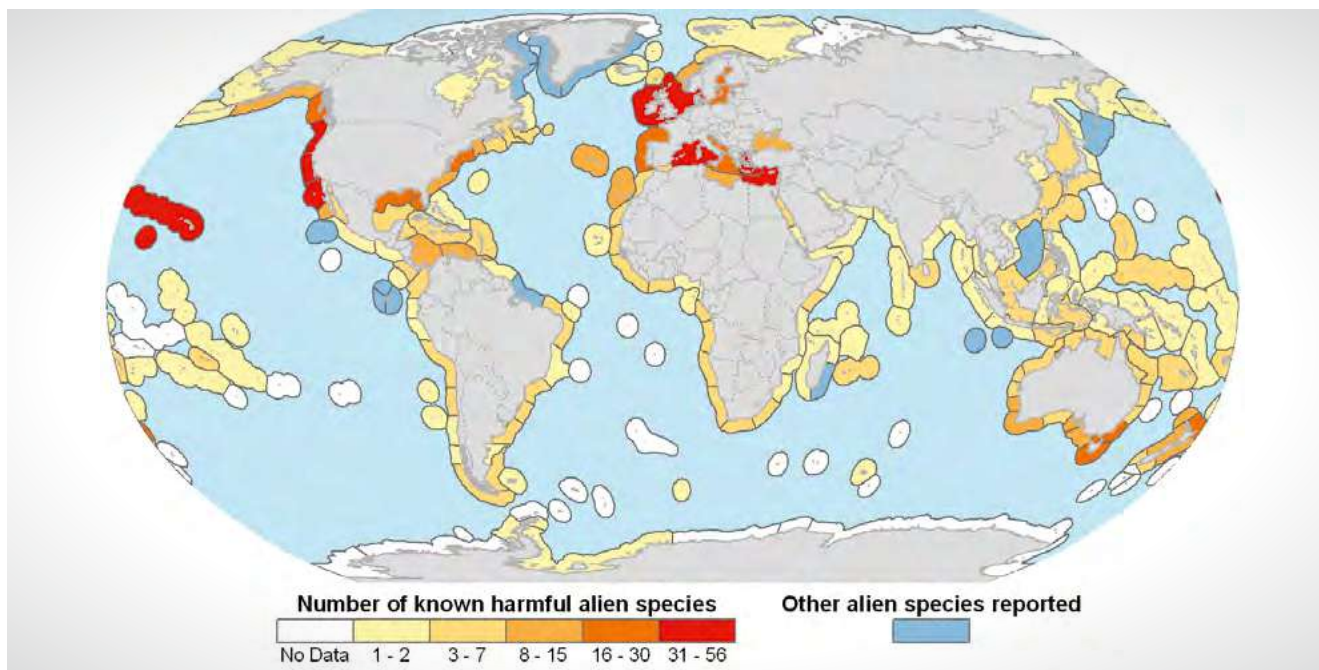


Figure 6 : Nombre d'espèces exotiques envahissantes marines ayant un impact significatif parmi 329 pour lesquelles des données étaient disponibles au moment de l'étude, dans les différentes écorégions marines (Molnar *et al.*, 2008).

Par compétition avec les espèces indigènes ou par prédation, les EEE peuvent modifier profondément la structure des communautés locales. Par exemple, deux espèces d'algues rouges du genre *Kappaphycus* (*K. striatum* et *K. alvarezii*), introduites à Hawaii dans les années 1970 pour la production de carraghénanes, sont devenues dominantes dans certaines parties des récifs où elles recouvrent le substrat au détriment des colonies de coraux (Smith *et al.*, 2002 ; Conklin & Smith, 2005). Le corail *Carijoa riisei*, originaire de la région tropicale de l'océan Atlantique, a été propagé dans différents pays (Inde, Hawaii, Colombie) où sa prolifération a eu un impact considérable sur la biodiversité locale en entraînant des mortalités massives de coraux indigènes (Goldberg & Wilkinson, 2004 ; Kahng & Grigg, 2005 ; Raghunathan *et al.*, 2013 ; Sánchez & Ballesteros, 2014). Plus récemment, le Poisson-lion (*Pterois volitans*) a envahi la mer des Caraïbes avec des impacts très forts sur le recrutement de nombreuses espèces de poissons récifaux d'intérêt écologique et économique (Albins & Hixon, 2013) (voir encadré p. 28). Deux espèces de poissons herbivores, *Siganus luridus* et *Siganus rivulatus*, arrivées en mer Méditerranée par le canal de Suez, sont à l'origine de réductions drastiques de 65 % de la « canopée d'algues », de 60 % de la biomasse benthique (invertébrés et algues) et de 40 % de la richesse totale observée sur la côte sud de la Turquie (Vergés *et al.*, 2014).



Le corail *Carijoa riisei* © John Turnbull

ESPÈCES EXOTIQUES ENVAHISSANTES MARINES ET CHANGEMENTS CLIMATIQUES : DES INTERACTIONS COMPLEXES

Les changements climatiques entraînent de nombreuses conséquences parmi lesquelles l'élévation de la température des eaux, la modification des courants marins, la modification de la disponibilité de l'oxygène dissous, l'augmentation de la salinité, l'acidification des eaux, l'élévation du niveau de la mer et l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des événements climatiques extrêmes tels les ouragans. Ces conséquences ont un effet profond sur la structure et la productivité des écosystèmes marins et affectent les conditions de vie des espèces marines, indigènes comme introduites.

Si ces conséquences pourraient conduire à réduire l'impact de certaines EEE dont l'aire d'introduction diminuerait sous l'effet des changements climatiques (Bellar *et al.*, 2013), elles pourraient cependant également accélérer la dispersion et l'établissement d'autres EEE, et augmenter l'ampleur de leurs impacts (Mainka & Howard, 2010 ; Occhipinti-Ambrogi & Galil, 2010 ; Hellmann *et al.*, 2008).

Les capacités de certaines espèces exotiques marines à envahir de nouvelles régions pourraient être favorisées par des modifications du milieu, tandis que les espèces indigènes y seraient au contraire moins résistantes. Plusieurs études ont montré que des espèces exotiques tolèrent mieux une augmentation de la température de l'eau que des espèces indigènes (Sorte *et al.*, 2010 ; Stachowicz *et al.*, 2002). L'acidification des océans pourrait également bénéficier à certaines espèces envahissantes d'algues et de méduses. En effet, ces espèces pourraient être plus tolérantes à une hausse du niveau de dioxyde de carbone que les coraux, mollusques ou crustacés dont les squelettes, carapaces ou coquilles calcaires auraient tendance à se dissoudre à mesure que le niveau de CO₂ augmenterait (Hall-Spencer & Allen, 2015). Le réchauffement des eaux et la fonte des glaces pourraient étendre la période de navigation sur les voies maritimes polaires et en ouvrir de nouvelles, contribuant à la dispersion d'espèces exotiques dans des zones encore préservées. Enfin, les tempêtes et les ouragans sont susceptibles de modifier les courants marins, pouvant accélérer la dispersion des espèces exotiques (Johnston & Purkis, 2015).

Il est donc fort probable que les changements climatiques et les invasions biologiques marines interagissent de manière significative. Cependant, les résultantes de ces interactions, qui sont sous contrainte d'autres pressions (exploitation des ressources naturelles, pollution, etc.) restent encore très complexes à prédire.

Certaines espèces exotiques peuvent être vectrices de parasites et de pathogènes transmissibles aux espèces locales, ou servir de réservoir de parasites locaux. Par exemple, la Clione (*Cliona celata*) est une éponge perforante très abondante dans les coquilles du mollusque introduit *Crepidula fornicata*, mais semble cependant sans effet sur ce dernier (Le Cam & Viard, 2011), au contraire des mollusques indigènes qu'elle affecte.

L'hybridation avec une espèce locale peut entraîner une modification des trajectoires évolutives des espèces, indigènes comme exotiques, ou conduire à la création de nouvelles espèces. C'est le cas de la Spartine anglaise (*Spartina townsendii* var. *anglica*) issue d'une hybridation entre *S. maritima*, espèce indigène d'Europe, et *S. alterniflora*, espèce nord-américaine introduite (Baumel *et al.*, 2003).

L'invasion et la prolifération de certaines espèces peuvent également conduire à des changements importants de la qualité de l'eau (oxygénation, turbidité) et du cycle des nutriments, en particulier dans le cas de l'établissement d'organismes filtreurs et/ou fouisseurs (bivalves et annélides par exemple). Des blooms du Dinoflagellé *Prorocentrum minimum* peuvent ainsi causer la mort de nombreux organismes en réduisant le taux d'oxygène disponible dans l'eau (Heil *et al.*, 2005).

Sur le plan économique, les conséquences peuvent également être très lourdes. La prolifération d'organismes fixés (ascidies, bivalves, algues), parmi lesquels se trouvent de très nombreuses espèces introduites, entraîne des biosalissures considérables sur des structures utilisées pour les activités humaines (coques des bateaux, quais, bouées, conduits de pompage des eaux, filets de pêche, etc.). Leur nettoyage régulier et leur remplacement entraîne alors des surcoûts réduisant les revenus des usagers de la mer (pêche, aquaculture, activités touristiques). Aux États-Unis, les coûts liés à la gestion des biosalissures sur les installations aquacoles sont estimées à 5 à 10 % des coûts de production, soit 1,5 à 3 milliards de dollars par an (Lane & Willemsen, 2004 in Fitridge *et al.*, 2012).

Certaines espèces peuvent également nuire à la pêche et à l'aquaculture en entrant en compétition, en consommant ou en transmettant des pathogènes et des parasites aux espèces d'importance commerciale, faisant diminuer leur population. Ainsi, l'introduction du Crabe vert (*Carcinus maenas*) aux États-Unis serait responsable d'une importante réduction des stocks de Mye des sables (*Mya arenaria*), ce qui a entraîné l'effondrement de l'activité de sa pêche dans les années 1950 (Ropes, 1968).

MICRO-ORGANISMES ET PATHOGÈNES : CES ESPÈCES INVISIBLES AUX CONSÉQUENCES POTENTIELLEMENT CATASTROPHIQUES

Certaines espèces marines, les coraux notamment, sont particulièrement vulnérables aux micro-organismes et pathogènes. Les maladies coralliennes sont considérées comme un facteur majeur de déclin des récifs coralliens. De nombreuses études montrent que le nombre de maladies coralliennes et leur distribution, ainsi que le nombre d'espèces de coraux concernées par ces maladies, ont considérablement augmenté ces dernières décennies. Dans les années 1980, la prolifération de la maladie dite « *white syndrome* » (maladie de la bande blanche) a ravagé les coraux branchus du genre *Acropora* dans les Caraïbes (Aronson & Precht, 2001). Ce syndrome, également connu dans les océans Pacifique et Indien, serait dû à une ou plusieurs bactéries pathogènes qui pourraient avoir été introduites dans les Caraïbes via le rejet d'eaux de ballast.



Coraux présentant la maladie de la bande blanche © Jez Roff

En 1983 et 1984, un pathogène non identifié à ce jour a été responsable dans les Caraïbes, des Bermudes jusqu'à l'Amérique du Sud, d'une mortalité massive de l'oursin indigène *Diadema antillarum*, allant jusqu'à 97 % par endroit (Lessios, 1988). Ce phénomène est considéré comme l'épisode de mortalité le plus massif jamais rapporté dans le monde marin et les populations d'oursins n'ont toujours pas retrouvé leur taille d'origine. L'épidémie a débuté à seulement quelques kilomètres de l'entrée du canal de Panama ce qui suggère fortement une introduction du pathogène par le transport maritime, vraisemblablement par les eaux de ballast. Il se serait ensuite répandu dans toute la mer des Caraïbes grâce aux courants océaniques.

L'apparition de maladies est fortement liée à différents facteurs environnementaux qui peuvent désavantager ou au contraire favoriser les organismes introduits qui en sont responsables. L'intensification des perturbations anthropiques sur le littoral, la surpêche et les conditions environnementales associées au changement climatique semblent toutes contribuer à l'augmentation constatée des maladies coralliennes (Randall & van Woesik, 2015).

Ces micro-organismes peuvent également être responsables de maladies humaines. Ainsi, une grave épidémie de choléra s'est déclenchée au Pérou en 1991, à partir de villes portuaires. Il s'est avéré que la souche de la bactérie *Vibrio cholerae* impliquée avait été transportée dans les eaux de ballast de navires provenant de régions d'Afrique infestées (Lam *et al.*, 2010).

Sur le plan sanitaire, certaines espèces peuvent être à l'origine de blessures (piqûres de méduses ou d'autres espèces venimeuses, coupures sur des coquilles de mollusques, etc.) ou d'intoxications (toxines planctoniques, poissons ou coquillages à la chair impropre à la consommation). Des neurotoxines produites par plusieurs espèces d'algues unicellulaires (parmi lesquelles *Alexandrium tamarense* ou *Gymnodinium catenatum*) sont associées à des intoxications paralysantes (« *toxic paralytic shellfish poisoning* »), dues à la consommation de coquillages contaminés, partout dans le monde (Molnar *et al.*,

2008 ; Tamelander *et al.*, 2010). Autre exemple, l'algue unicellulaire *Ostreopsis ovata* impacte la biodiversité locale ainsi que l'économie de la pêche et de l'aquaculture de par sa toxicité, ou de façon indirecte en entraînant des chutes d'oxygène pouvant induire des mortalités d'invertébrés (Faimali *et al.*, 2012). Les efflorescences massives qu'elle provoque sont également considérées comme responsables d'inflammations du système respiratoire, d'allergies dermiques et de conjonctivites sur des baigneurs, avec des répercussions sur l'économie touristique (Brescianini *et al.*, 2006).

■ UNE GESTION DIFFICILE

La gestion des EEE marines est extrêmement difficile à réaliser, en particulier quand l'espèce est déjà établie. Les méthodes d'éradication ou de gestion mises en œuvre dans les milieux terrestres sont difficilement transposables au milieu marin (Meliame & Hewitt, 2005).

Il n'existe que de très rares cas où l'éradication d'une espèce marine introduite a été réalisée avec succès. Ils correspondent à des populations de petite taille et bien circonscrites, le plus souvent caractérisées par une introduction très récente.

De plus, ils ont impliqué des ressources humaines et financières très importantes. Par exemple, l'élimination de la Moule à rayures noires (*Mytilopsis sallei*) de trois marinas en Australie en 1999 a nécessité des moyens considérables avec plus de 270 personnes mobilisées et pour un coût de plus de 2,2 millions de dollars australiens. Sa réussite a été permise par la rapidité de l'intervention (4 semaines entre la détection de l'espèce et son éradication). Toutefois, les moyens mis en œuvre ont entraîné un défaunage transitoire de l'ensemble du milieu, affectant toutes les espèces présentes dans ces marinas (Ferguson, 2000).

Ainsi, par principe de précaution, la prévention de l'arrivée de nouvelles espèces, la détection précoce, notamment aux points d'introduction potentiels, et l'action immédiate sont des enjeux majeurs de la gestion des EEE marines (Thresher & Kuris, 2004 ;

Ojaveer *et al.* 2014, 2015). Mais l'étendue de l'environnement marin, la difficulté d'accès au milieu et les difficultés taxinomiques sur des groupes complexes, avec plusieurs stades de vie dont certains microscopiques, rendent très difficile la détection et le suivi de ces espèces, notamment dans les premiers stades de l'introduction. De plus, de nombreuses espèces cryptiques ne sont pas distinguables sur des critères morphologiques mais seulement par des études moléculaires, et le caractère cryptogène d'un grand nombre d'espèces rend impossible la détermination de leur aire de distribution naturelle.

Enfin, la continuité du milieu marin et les courants qui peuvent faciliter la dispersion d'une espèce d'une région à une autre compliquent la gestion et nécessitent des actions régionales ou internationales.

EST-CE QUE LES AMP PROTÈGENT DES ESPÈCES EXOTIQUES ENVAHISSANTES MARINES ?

Les aires marines protégées figurent parmi les principaux outils pour la conservation de la biodiversité marine, des écosystèmes marins et des services écosystémiques associés. La Convention pour la diversité biologique a ainsi défini un objectif de 10 % des écosystèmes marins sous statut AMP d'ici 2020. La France a quant à elle atteint l'objectif de 20 % de sa ZEE, défini lors du Grenelle de la Mer en 2009, grâce aux outre-mer.

Différents arguments laissent penser que les AMP pourraient réduire les impacts des EEE marines et leur dispersion à l'intérieur des limites de l'aire protégée (Ardura *et al.*, 2016, Burfeind *et al.*, 2013). Par exemple, les vecteurs potentiels d'introduction et de dispersion des espèces exotiques y sont potentiellement moins nombreux car différents usages comme l'aquaculture, le trafic maritime et la navigation de plaisance peuvent y être interdits ou réglementés. Selon l'hypothèse de résistance biotique, plus un écosystème aurait une forte richesse spécifique, plus il serait résilient aux invasions biologiques. Selon cette hypothèse, qui reste très controversée en milieu marin, l'amélioration attendue de la richesse spécifique dans les AMP pourrait constituer un frein à l'installation de nouvelles espèces exotiques. Enfin, la restauration des populations de prédateurs supérieurs dans les AMP pourrait également contribuer au contrôle des populations de certaines EEE marines.

A l'inverse, d'autres arguments soutiendraient l'absence d'effets des AMP sur les EEE marines (Burfeind *et al.*, 2013). L'hypothèse de l'acceptance biotique suppose ainsi que pour un écosystème donné, la diversité des espèces exotiques suivrait celle des espèces indigènes car les conditions écologiques favorables pour ces dernières le seraient également pour les nouvelles espèces exotiques. Les populations de certaines EEE pourraient s'accroître dans les AMP parce qu'elles bénéficieraient d'interdictions comme la non-récolte. Enfin, les mécanismes de dispersion de la plupart des EEE marines leur permettent de se disperser au-delà des limites de l'AMP.

Les relations entre les AMP et les EEE marines sont donc très complexes et semblent dépendre des propriétés biologiques et écologiques de l'espèce en question, et de nombreux facteurs comme la localisation, la taille, le niveau de protection et l'ancienneté de l'AMP, les diverses perturbations et la pression d'invasion auxquelles l'AMP est soumise. Globalement, les impacts des EEE marines, à l'intérieur et à l'extérieur des AMP, et le rôle de ces dernières dans la limitation des populations de ces espèces et de leurs impacts restent encore peu connus (Burfeind *et al.*, 2013 ; Giakoumi & Pey, 2017).



Navigation de plaisance dans le Parc national des Calanques
© Jean-François Sys

■ DES ENGAGEMENTS INTERNATIONAUX

Quatre principales conventions internationales traitent directement ou indirectement des EEE marines : la Convention sur la diversité biologique (CDB), la Convention de Ramsar relative aux zones humides d'importance internationale, la Convention des Nations Unies sur le droit de la mer et ses déclinaisons régionales, et la Convention internationale pour le contrôle et la gestion des eaux et sédiments de ballast (BWM).

La CDB demande que chaque Partie contractante, dont la France, « dans la mesure du possible et selon qu'il conviendra, empêche d'introduire, contrôle ou éradique les espèces exotiques qui menacent des écosystèmes, des habitats ou des espèces » (article 8h). Le « plan stratégique pour la diversité biologique 2011-2020 » adopté par les Parties à la convention en octobre 2010 identifie vingt objectifs dits « objectifs d'Aichi », dont l'objectif 9 qui cible spécifiquement les EEE.

En 2015, les États se sont également engagés dans l'atteinte d'ici 2030 des objectifs du développement durable, dont les objectifs 14 et 15 qui visent à mettre fin à l'appauvrissement de la biodiversité, respectivement en milieux marins et en milieux terrestres. La prévention et la lutte contre les EEE figurent parmi les cibles à atteindre de l'objectif concernant les milieux terrestres mais ne sont pas mentionnées dans celui sur les milieux marins.



Objectif 9 d'Aichi : d'ici à 2020, les espèces exotiques envahissantes et les voies d'introduction sont identifiées et classées en ordre de priorité, les espèces prioritaires sont contrôlées ou éradiquées et des mesures sont en place pour gérer les voies de pénétration, afin d'empêcher l'introduction et l'établissement de ces espèces.

La Convention de Ramsar sur les zones humides d'importance internationale reconnaît que de nombreuses espèces exotiques aquatiques, côtières et marines, menacent les zones humides.

Elle demande aux Parties de déterminer la présence d'EEE dans les sites ainsi que le risque d'invasion par des espèces exotiques qui ne sont pas encore présentes, et de mettre en place des actions de prévention, de détection précoce et de réaction rapide, et de développer la coopération régionale.

La Convention des Nations Unies sur le droit de la mer fournit un cadre mondial demandant aux États de travailler de concert pour prévenir, réduire et contrôler la pollution du milieu marin, dont les invasions biologiques. Elle invite les États à prendre « toutes les mesures nécessaires pour prévenir, réduire et maîtriser la pollution du milieu marin, y compris l'introduction intentionnelle ou accidentelle d'espèces exotiques, pouvant y provoquer des changements négatifs considérables ». Cet article est repris dans les conventions sur les mers régionales adoptées sous l'égide du programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE). Dans le cadre du PNUE, trois conventions de mers régionales concernent les outre-mer : la Convention de Carthage pour la Caraïbe (1983), la Convention de Nairobi pour l'océan Indien (1985) et la Convention de Nouméa (1986) pour le Pacifique.

L'Organisation maritime internationale (OMI) a initié en 2001 puis adoptée le 13 février 2004 la Convention internationale pour le contrôle et la gestion des eaux et sédiments de ballast en vue de réduire au minimum le transfert d'organismes aquatiques nuisibles et d'agents pathogènes. Après plus de 12 ans d'attente, la convention est entrée en vigueur le 8 septembre 2017 (voir encadré page suivante). La France y a adhéré en mai 2008 et la loi pour la reconquête de la biodiversité en assure sa transposition en droit français.

Le focus mis depuis plus d'une vingtaine d'années sur les eaux de ballast et leur rôle dans la diffusion d'espèces marines a cependant éclipsé un autre vecteur tout aussi important, le biofouling. En 2011, l'OMI a ainsi proposé des directives pour le contrôle et la gestion du biofouling en vue de réduire au mi-



Figure 7 : Conventions sur les mers régionales dans le cadre du PNUE.

nimum le transfert d'espèces exotiques envahissantes, qui ont été adoptées par le Comité de la protection du milieu marin. En 2016, lors du Congrès mondial de la nature à Hawaï, l'UICN a adopté une motion sur le biofouling, demandant aux États de collaborer, de créer et d'appliquer des cadres juridiques pour prévenir l'introduction d'espèces non-indigènes par ce vecteur, et à l'OMI de travailler à la mise en place de mesures obligatoires pour limiter le transfert d'organismes aquatiques préjudiciables et d'agents pathogènes³. Un projet de soutien aux pays en voie de développement pour l'application des recommandations de l'OMI a été lancé en 2017 (programme GloFouling)⁴.

A l'échelle européenne, deux règlements européens, et donc de fait transférés dans le droit des États membres de l'Union Européenne (UE), concernent également les espèces introduites en milieu marin. Le premier, relatif à l'utilisation en aquaculture des espèces exotiques et des espèces localement absentes (règlement no. 708/2007 du 11 juin 2007), cible les introductions délibérées mais peut également contribuer à prévenir les introductions accidentelles d'espèces venant avec les espèces cultivées et exploitées. Il impose des demandes de permis d'exploitation (et donc d'introduction) assortis d'une évaluation des risques. Cependant certaines espèces, par exemple l'Huître creuse japonaise (*Crassostrea gigas*), sont exclues de ce règlement.

Le second règlement, qui découle de la CDB et de la Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel, concerne directement la prévention et la gestion des espèces exotiques envahissantes (règlement no. 1143/2014 du 22 octobre 2014). Il met un accent particulier sur la détection précoce, les réseaux d'alerte et de suivi, et la réduction des impacts. Sa mise en œuvre s'articule autour d'une liste d'espèces exotiques envahissantes considérées comme préoccupantes pour l'UE et dont l'importation, la vente, l'achat, l'utilisation et la libération dans l'environnement sont interdits. Cette liste ne comprend pour le moment qu'une seule espèce partiellement marine (le Crabe chinois, *Eriocheir sinensis*).

La Directive cadre européenne « stratégie pour le milieu marin » (DCSMM) constitue le pilier environnemental de la politique maritime européenne. Elle vise à atteindre un « bon état écologique » des milieux marins au plus tard en 2020, en se basant sur la mise en œuvre d'un programme d'action pour le milieu marin devant renseigner 11 descripteurs dont le deuxième est dédié aux espèces non-indigènes. Selon ce descripteur, le bon état écologique est atteint lorsque a) la fréquence et l'intensité des nouvelles introductions d'espèces non-indigènes, par le biais des activités humaines, sont réduites à un niveau minimum et b) les incidences des espèces non-indigènes envahissantes sont réduites à un niveau minimum.

LA CONVENTION INTERNATIONALE SUR LA GESTION DES EAUX DE BALLAST ENFIN EN VIGUEUR !

Pour tenter de limiter au maximum la propagation d'organismes aquatiques nuisibles d'une région à une autre par les eaux de ballast, la Convention internationale sur la gestion des eaux de ballast établit des normes et procédures pour le contrôle et la gestion de ces eaux et des sédiments associés.

Pour entrer en vigueur, la convention devait être ratifiée par au moins 30 États, représentant plus de 35 % du tonnage de la flotte mondiale. La France a adhéré à la convention en mai 2008, et c'est avec l'adhésion de la Finlande en septembre 2016 que la convention est finalement entrée en vigueur le 8 septembre 2017, plus de 10 ans après sa création.

En vertu de la convention, tous les navires effectuant des voyages internationaux sont tenus de gérer leurs eaux de ballast et sédiments en fonction d'un plan de gestion des eaux de ballast qui leur est propre et qui a été approuvé par l'administration. Ils doivent effectuer un échange de plus de 95 % de leurs eaux de ballast avant l'entrée au port, à 200 milles marins au moins de la terre la plus proche et par 200 mètres de fond au moins. A l'échéance 2024, ces navires devront

être équipés d'un système de traitement des eaux de ballast (par UV ou électrolyse). Ils devront également posséder un certificat international de gestion des eaux de ballast ainsi qu'un registre sur lequel il sera précisé à quel moment le navire pompe de l'eau dans ses ballasts, lorsqu'elle est mise en circulation ou traitée, rejetée à la mer ou dans une installation de réception, ainsi que les rejets accidentels ou exceptionnels. La mise en œuvre de ces mesures relève de la responsabilité des armateurs.



© OMI

3 • <https://portals.iucn.org/congress/fr/motion/051>

4 • Le programme GloFouling est le fruit d'une collaboration entre le Fonds pour l'environnement mondial (FEM), le Programme des Nations Unies pour le développement (PNUD) et l'Organisation maritime internationale (OMI).

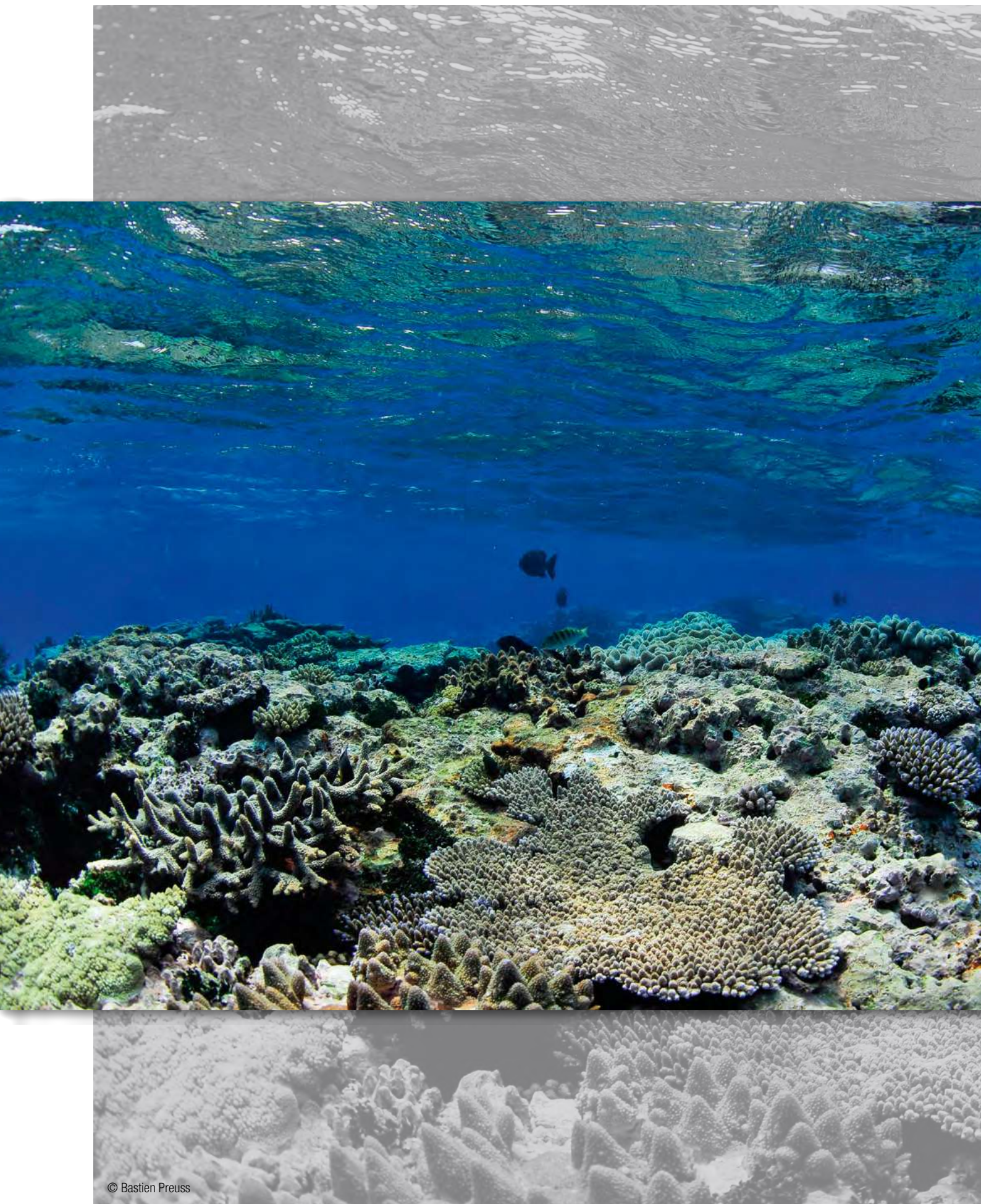
CE QU'IL FAUT RETENIR

- Les invasions biologiques marines sont en constante augmentation et concernent l'ensemble des mers et océans de la planète.
- Les vecteurs d'introduction sont multiples, mais les principaux sont les eaux de ballast, les biosalissures (biofouling) sur les bateaux et l'aquaculture.
- Les études conduites sur les EEE marines montrent que ces espèces peuvent modifier considérablement la diversité, la structure et le fonctionnement des écosystèmes et engendrer d'importantes conséquences écologiques, économiques et sanitaires.
- Les connaissances sur les EEE marines sont encore très lacunaires, notamment en raison de l'étendue de l'environnement marin, de la difficulté d'accès au milieu et des difficultés taxinomiques.
- Pour ces mêmes raisons, une fois établies, leur gestion est extrêmement difficile à réaliser. Dans ces conditions, la prévention, la détection précoce et la réaction rapide sont des priorités.





© Martial Dosdane



© Bastien Preuss



La situation en outre-mer : constats, défis et recommandations

Des espèces exotiques marines aux conséquences méconnues	26
Des contextes régionaux à risques	29
Le transport maritime et la navigation de plaisance : principaux vecteurs d'introduction et de dispersion	32
Un manque critique de connaissances	34
Une faible prise en compte du risque	36
Conclusion et recommandations	37

PROLIFÉRATION D'ESPÈCES INDIGÈNES ET D'ESPÈCES EXOTIQUES : DEUX PROBLÉMATIQUES BIEN DISTINCTES

Si les proliférations d'espèces indigènes ou d'espèces exotiques peuvent avoir des conséquences similaires sur les plans écologiques, économiques et sanitaires, ces phénomènes, de par les mécanismes impliqués, les conséquences sur le long terme et leur gestion, sont différents.

Les proliférations d'espèces indigènes résultent principalement de changements dans les paramètres environnementaux : modifications du climat, de la température de l'eau, apport de nutriments, déséquilibre de la chaîne alimentaire, etc. Si les facteurs exacts de leur origine sont encore mal identifiés, ces proliférations peuvent être réversibles lorsque le milieu revient à un état d'équilibre. Bien que ces phénomènes soient parfois anciens et récurrents, leur fréquence et leur ampleur semblent cependant augmenter du fait des changements climatiques et des activités humaines.

Les proliférations d'algues indigènes en sont un bon exemple. Les échouages de sargasses (*Sargassum natans* et *Sargassum fluitans*), auparavant modérés dans la Caraïbe, ont été massifs en 2011, 2012, 2014, 2015 et 2018. Les amas flottants peuvent maintenant couvrir des baies entières et former des dépôts importants sur les plages, causant des nuisances pour l'écosystème, le tourisme et la santé humaine. La cause la plus probable de ces échouages sur les côtes antillaises semble être l'existence d'une nouvelle zone de croissance et d'accumulation des sargasses au nord du Brésil, appelé « petite mer des sargasses ». Sa formation serait liée à des apports en nutriments très importants dans la région de recirculation nord équatoriale entre le Brésil et l'Afrique, issus des rivières Congo, Amazone et Orénoque, de différentes zones de remontées d'eaux profondes riches en nutriments (upwelling) ainsi que des poussières du Sahara. Des « anomalies » climatiques en 2010 auraient également pu contribuer à ce phénomène. L'ensemble de ces perturbations aurait ainsi induit des conditions idéales de croissance des sargasses (ANSES, 2017 ; Johnson *et al.*, 2013 ; Mazeas, 2014).



Echouages de sargasses sur la plage de Sainte-Marie, Martinique © Florence Menez

La Polynésie française connaît également des phénomènes de prolifération d'algues indigènes. Depuis les années 1980, des algues brunes également de la famille des Sargassaceae (*Sargassum pacificum* et *Turbinaria ornata*) montrent d'importants développements de leurs populations, particulièrement dans les lagons des îles hautes, où les activités anthropiques sont les plus importantes (Stiger & Payri 1999, 2005). Profitant de l'augmentation de la disponibilité de surfaces d'accrochage, liée à une importante mortalité des coraux, et sans doute d'une diminution des herbivores due à la surpêche ainsi que d'une augmentation des nutriments dans le lagon à cause des activités anthropiques, ces algues brunes sont devenues des espèces dominantes. Elles entrent en compétition directe avec les autres espèces benthiques et coralliennes. De plus, *T. ornata* a étendu son aire de répartition géographique grâce aux radeaux dérivants (Martinez *et al.* 2007) et certainement par le biais des transports maritimes entre les îles. Cette algue est ainsi devenue envahissante dans les Tuamotu où elle n'était jusqu'alors pas présente, entraînant un changement dans la structure des communautés benthiques avec des conséquences sur la structure trophique du récif et sur ses ressources pour les populations humaines.

Autre exemple de proliférations inquiétantes, celui de l'étoile de mer corallivore *Acanthaster planci*. Cette espèce, considérée comme l'une des principales menaces pour les récifs coralliens des régions tropicales Indo-Pacifiques, connaît des épisodes de pullulations de plus en plus importants et fréquents. En consommant les coraux, notamment les coraux durs des genres *Acropora*, *Montipora* et *Pocillopora*, elle entraîne une cascade de conséquences qui déséquilibre l'écosystème : perte d'habitat et de refuges pour de nombreuses espèces, déclin massif des espèces corallivores et prolifération des grands macrophytes. Les premiers épisodes de pullulations ont été documentés en 1930 aux Fidji et à l'heure actuelle, on estime que 35 % des récifs de l'Indo-Pacifique auraient été touchés.

En Polynésie française, la première pullulation observée à Moorea en 1979 a entraîné une diminution du recouvrement corallien sur la pente externe de plus de 70 % (Adjeroud, 2012). À partir de 2002 et jusqu'en 2010, des augmentations anormales de la densité d'*Acanthaster* sont à nouveau signalées sur les différents récifs des îles de la Société et des Australes (Kayal *et al.*, 2012). Cet épisode d'explosion démographique d'*Acanthaster planci* est le plus intense et dévastateur reporté en Polynésie française. En Nouvelle-Calédonie, des explosions démographiques ont également été signalées dans les années 1970 et 1980 (Conand, 1983), puis au début des années 2000 avec une diminution significative de la couverture corallienne sur les zones touchées. Depuis 2012, des densités élevées sont parfois observées dans quelques zones du lagon Sud-Ouest, mais sans se généraliser (Adjeroud, 2012 ; Adjeroud *et al.* 2018).



Acanthaster planci © Mehdi Adjeroud

■ DES ESPÈCES EXOTIQUES MARINES AUX CONSÉQUENCES MÉCONNUES

Ce premier bilan dénombre 61 espèces exotiques marines présentes ou considérées comme telles en outre-mer⁵. Les ascidies sont le groupe biologique le plus représenté avec 21 espèces, suivi des mollusques gastéropodes (8 espèces) et bivalves (6 espèces) (Fig. 8). Des espèces exotiques marines sont recensées dans quasiment toutes les collectivités d'outre-mer (Fig. 9). La Polynésie française arrive en tête avec 31 espèces, suivie par la Martinique et la Nouvelle-Calédonie (11 espèces), la Guadeloupe et Saint-Pierre et Miquelon (9 espèces). Trente-quatre

espèces cryptogènes, dont le caractère exotique ou indigène n'est pas connu, ont également été recensées⁶.

Ces chiffres sont toutefois à considérer avec beaucoup de précaution. En effet, ils ne donnent qu'une image partielle d'un phénomène en évolution et ils sont très certainement sous-estimés en raison du manque d'inventaires et de dispositifs de surveillance adaptés.

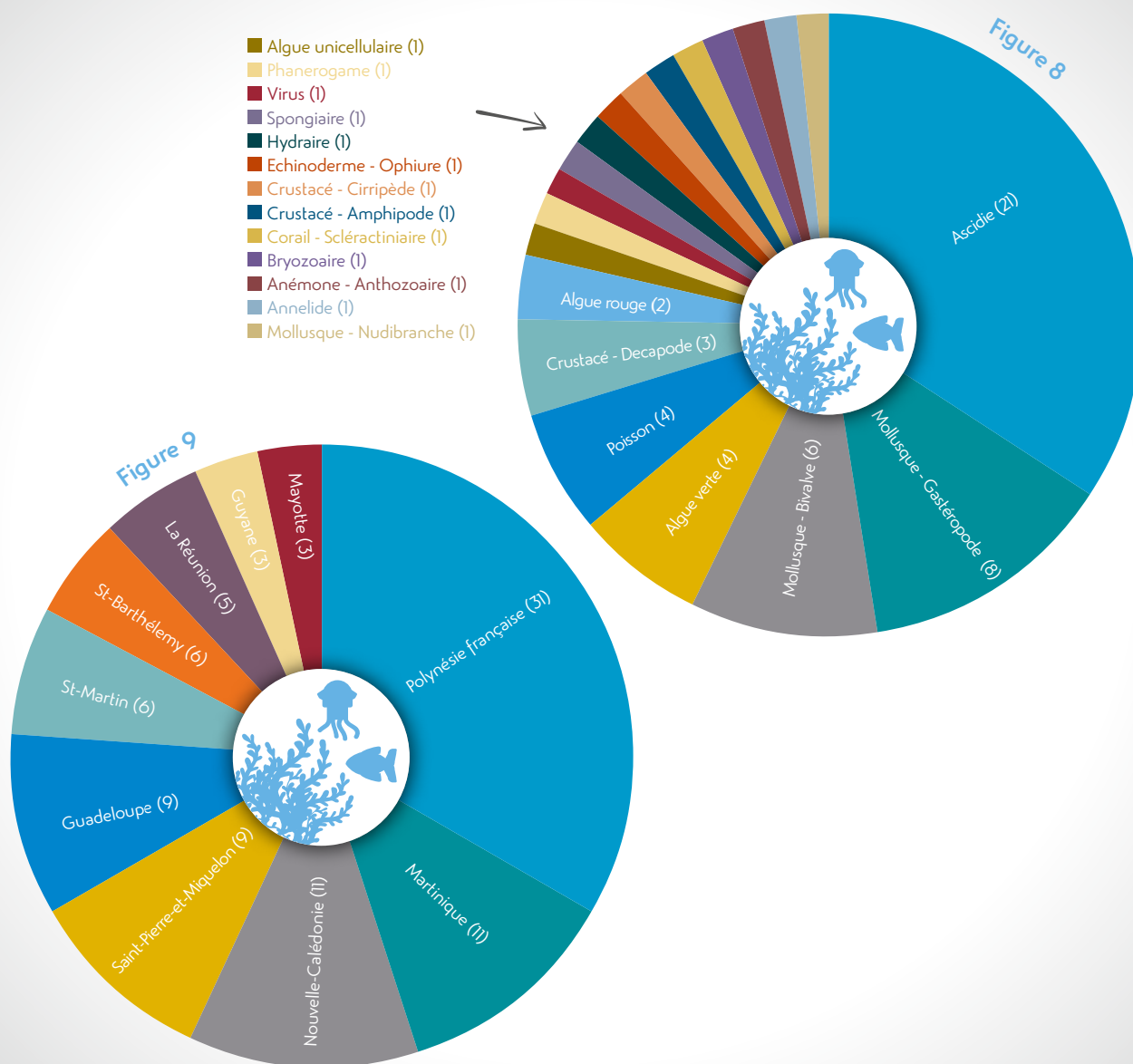


Figure 8 : Nombre d'espèces exotiques marines documentées dans les collectivités d'outre-mer par type biologique.

Figure 9 : Nombre d'espèces exotiques marines documentées par collectivité d'outre-mer.

5 • La liste des espèces exotiques marines présentes dans les différentes collectivités françaises d'outre-mer est consultable en annexe 1.

6 • La liste des espèces cryptogènes recensées dans les différentes collectivités françaises d'outre-mer est consultable en annexe 2.



Herbier d'*Halophila stipulacea* à Saint-Martin © Julien Chalifour

Les conséquences des EEE marines sur les espèces locales et les écosystèmes d'accueil sont encore largement méconnues en outre-mer. Seules deux espèces, à l'origine d'invasions sévères dans les Antilles françaises, ont fait l'objet de travaux visant à mieux connaître leurs impacts : le Poisson-lion, qui représente l'une des menaces majeures pour les écosystèmes coralliens de ces collectivités (voir encadré page suivante) et la phanérogame marine *Halophila stipulacea*, originaire de l'ouest de l'océan Indien (Mer Rouge et Afrique de l'Est). Cette dernière s'installe dans des zones occupées par des phanérogames indigènes comme *Syringodium filiforme*, *Halophila baillonis* ou *Thalassia testudinum* et entre en compétition avec ces espèces (Bouchon *et al.*, 2015).

D'autres espèces marines introduites constituent des menaces potentielles. A Saint-Pierre-et-Miquelon, l'arrivée récente du Crabe vert (*Carcinus maenas*), qui figure sur la liste des 100 espèces parmi les plus envahissantes au monde (Lowe *et al.*,

2007), de plusieurs espèces de tuniciers envahissants (*Ciona intestinalis*, *Botrylloides violaceus*, *Botryllus schlosseri*), et de l'algue *Codium fragile* est un risque pour les écosystèmes et inquiète les professionnels de l'aquaculture. Présent en Guadeloupe, en Martinique, à Saint-Martin et à Saint-Barthélemy, le corail *Tubastraea coccinea*, originaire de la région Indo-Pacifique, est connu pour entrer en compétition avec d'autres espèces de coraux ou d'éponges locales (Creed 2006 ; Vermeij 2006). En Nouvelle-Calédonie, une algue verte exotique semble s'avérer localement envahissante, il s'agirait de l'espèce *Ulva ohnoi* (C. Payri, com. pers., 2017).



Colonie de tuniciers *Botrylloides violaceus* © Wilfried Thomas



Colonie de coraux *Tubastraea coccinea* à Saint-Martin © Julien Chalifour

L'INVASION DU POISSON-LION DANS LES CARAÏBES: UN CAS D'ÉCOLE

Le Poisson-lion (*Pterois volitans/miles*), également connu sous le nom de Rascasse volante, est un poisson de la famille des Scorpaenidae dont l'aire de répartition naturelle s'étend sur une large partie de la zone Indo-Pacifique, de l'Afrique du Sud aux îles de Polynésie.



Distribution du Poisson-lion dans la mer des Caraïbes et l'océan Atlantique en mai 2017 © USGS

Depuis son premier signalement au large de la Floride en 1985 (Courtenay, 1995), le Poisson-lion a colonisé la côte Sud-Est des États-Unis, toute la Caraïbe et une grande partie du Golfe du Mexique. Dans les Antilles françaises, il a d'abord été observé à Saint-Martin en juillet 2010, puis en Guadeloupe en septembre de la même année. En 2011, il est également signalé en Martinique et à Saint-Barthélemy. Bien que l'origine exacte des fondateurs de ces populations soit encore discutée, il est certain que l'aquariologie en est la source (Bouchon & Bouchon-Navaro, 2010).

Ce poisson est présent aujourd'hui dans tous les habitats côtiers : herbiers, zones sableuses, récifs, mangroves, estuaires et structures artificielles, jusqu'à 300 mètres de profondeur. Doté d'une fécondité importante, ses larves sont dispersées par les courants. Les adultes ont peu de prédateurs connus du fait de leurs épines dorsales venimeuses. Ces deux caractéristiques expliquent probablement le succès de son invasion (Bouchon & Bouchon-Navaro, 2010).

L'invasion du Poisson-lion affecte les réseaux trophiques marins de divers habitats en diminuant considérablement l'abondance et la diversité des espèces (Albins & Hixon, 2008 ; Morris & Whitfield, 2009). Il se nourrit de plus de 40 espèces différentes de poissons dans les récifs des Bahamas, dont plusieurs espèces d'herbivores (Scaridés) et des juvéniles de Serranidés, Mullidés et Lutjanidés (Morris & Whitfield, 2009). En deux ans, il a ainsi réduit de 65 % la biomasse de petits poissons des récifs des Bahamas (Green *et al.*, 2012). En consommant en grande quantité les juvéniles et les proies des poissons piscivores locaux, et en entrant en compétition spatiale avec d'autres poissons prédateurs et des macro-crustacés, comme la Langouste, le Poisson-lion affaiblit les stocks de ces organismes et exacerbe les effets de la surpêche commerciale et de loisir (Albins & Hixon, 2013). A cause de la réduction du nombre d'herbivores, la quantité d'algues s'accroît et empêche le développement et le renouvellement des coraux (Albins & Hixon, 2013). Par rétroaction négative, la structure physique fournie par les macroalgues en croissance réduit d'autant plus l'activité de consommation des herbivores, facilitant ainsi l'expansion et la stabilité d'autres macroalgues sur les récifs coralliens (Hoey & Bellwood, 2011).

Le coût économique généré par la présence du Poisson-lion dans les Antilles françaises a été estimé à plus de 10 millions d'euros par an (Binet & Smidt, 2015).



Le Poisson-lion *Pterois volitans* © Julien Chalifour

■ DES CONTEXTES RÉGIONAUX À RISQUES

Des pays voisins des collectivités d'outre-mer disposent d'inventaires et de dispositifs de surveillance adaptés qui témoignent de l'ampleur des invasions biologiques marines. En 2015, 351 espèces exotiques marines sont par exemple identifiées en Nouvelle-Zélande, dont 33 nouvelles espèces signalées entre 2010

et 2015, et 187 sont considérées comme naturalisées (Ministry for the Environment & Statistics New Zealand, 2016). En Afrique du Sud, 89 espèces exotiques marines sont répertoriées dont 53 considérées comme envahissantes (Robinson *et al.*, 2016).

PAYS OU RÉGION	Nombre d'espèces exotiques marines	Nombre d'espèces exotiques envahissantes marines	Références
Nouvelle-Zélande	351	12	Ministry for the Environment & Statistics New Zealand, 2016.
Hawaïi	333 ^a	30 ^b	^a Carlton & Eldredge, 2015 ; ^b Molnar <i>et al.</i> 2008
Afrique du Sud	89	53	Robinson <i>et al.</i> , 2016
Antilles hollandaises	27	Nc	Debrot <i>et al.</i> , 2011
Floride	45	23	Molnar <i>et al.</i> , 2008
Mers européennes	986	87	DAISIE ; Katsanevakis <i>et al.</i> , 2014

Tableau 3 : Nombre d'espèces exotiques et d'espèces exotiques envahissantes marines dans quelques pays voisins des outre-mer et en Europe.

Quatre-vingt-deux EEE marines, à priori non présentes pour le moment dans les outre-mer français, ont été identifiées dans des pays ou régions voisines des outre-mer⁷. La plupart d'entre elles sont des mollusques bivalves, des ascidies ou des bryozoaires. Ces espèces sont à surveiller du fait de leurs impacts potentiels. Parmi elles, figurent le Crabe sanguin (*Hemigrapsus sanguineus*) qui a entraîné le déclin des populations de crabes autochtones

depuis son introduction sur la côte nord-est de l'Amérique du Nord (Kraemer *et al.*, 2007), la Moule de Méditerranée (*Mytilus galloprovincialis*) envahissante en Afrique du Sud et considérée comme l'une des 100 espèces les plus envahissantes au monde (Lowe *et al.*, 2007), et l'anthozoaire *Caripia riisei* qui a éliminé 90 % des colonies de coraux noirs entre 75 m et 110 m de profondeur à Hawaï (Kahng & Grigg, 2005).

7 • La liste des espèces exotiques marines présentes dans les pays voisins des outre-mer est consultable en annexe 3.

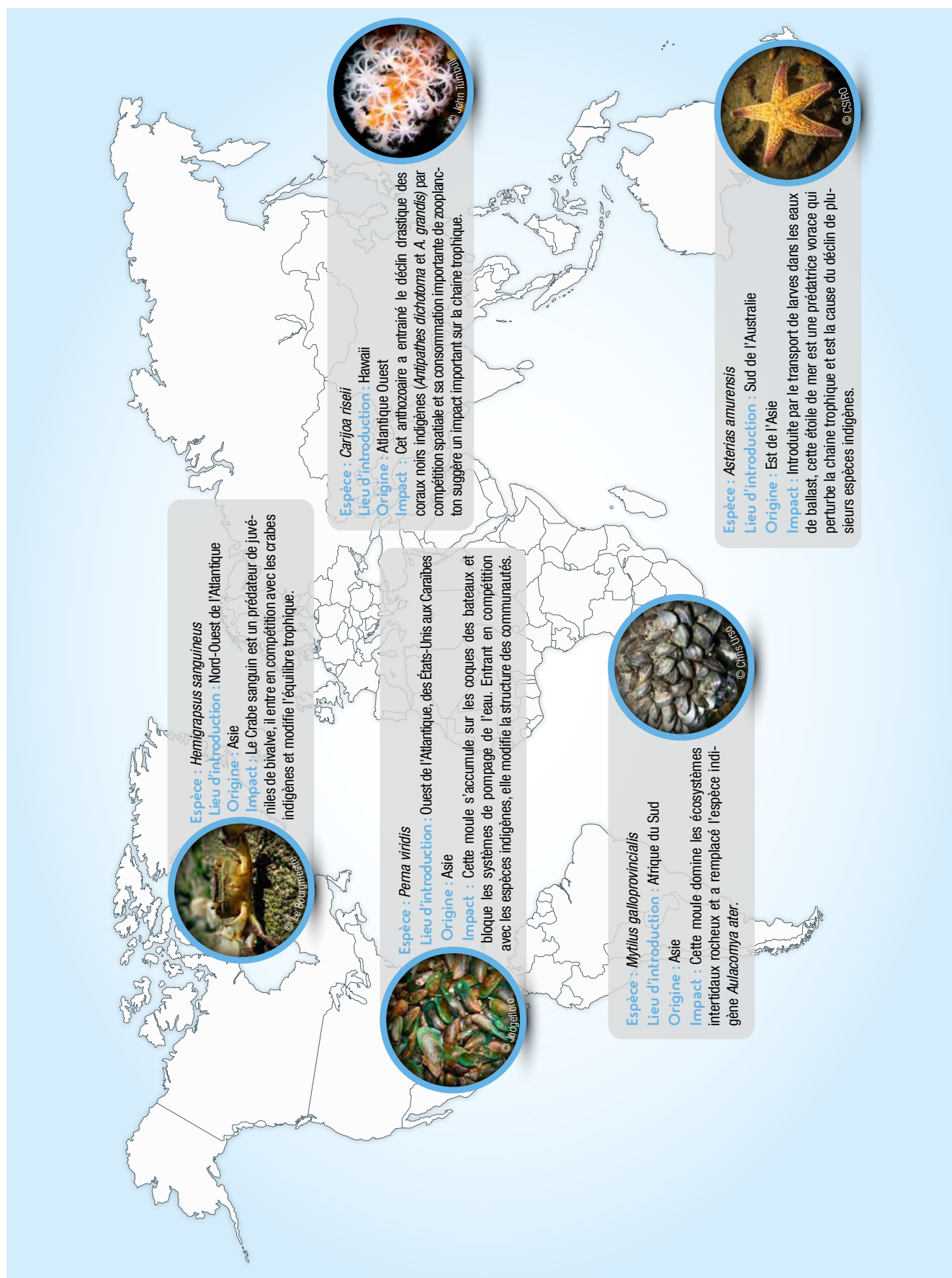


Figure 10 : Exemples d'espèces exotiques envahissantes marines dans des pays voisins des collectivités d'outre-mer.

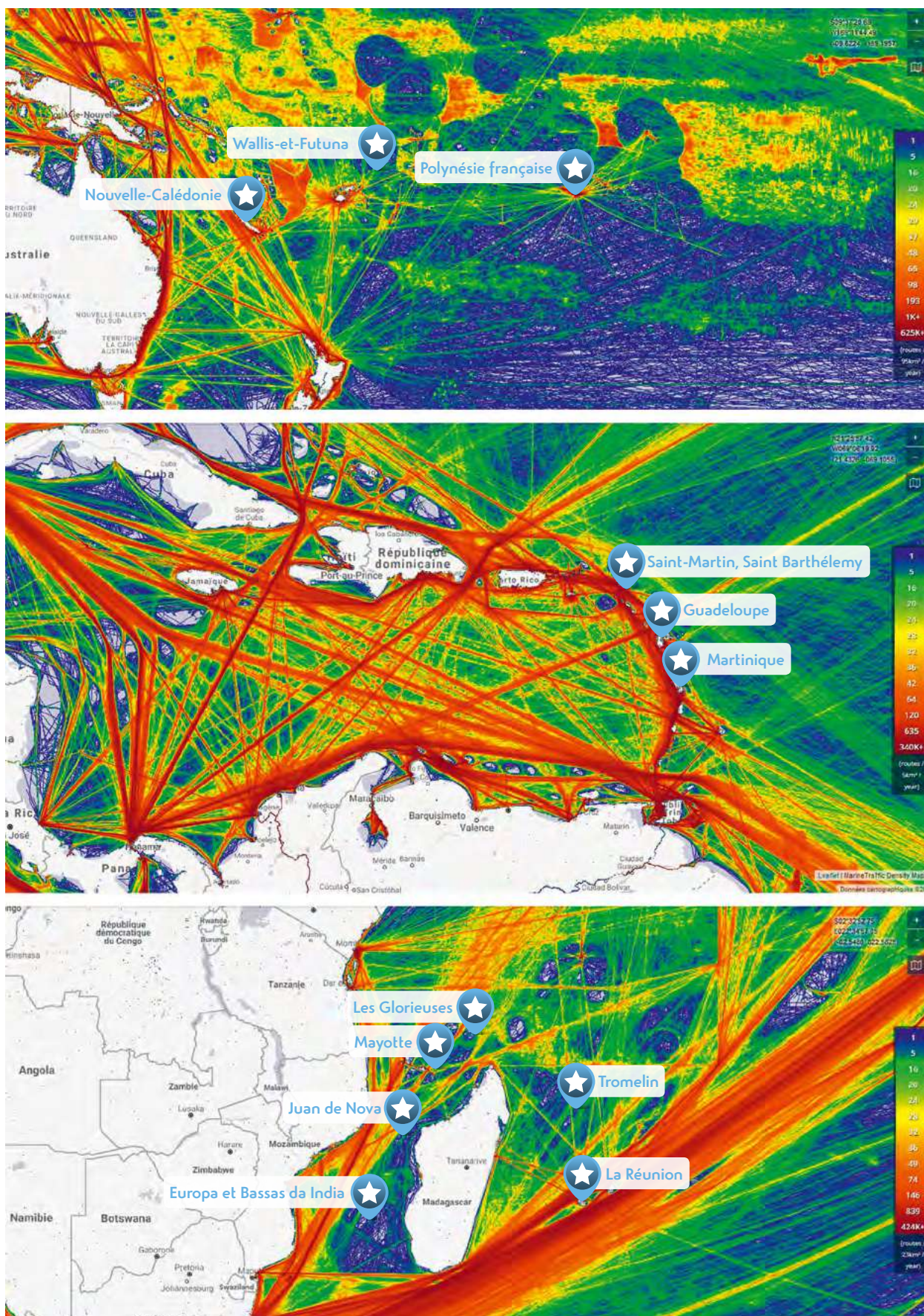


Figure 11 : Flux et intensité du trafic maritime en 2017 dans les régions du Pacifique, des Caraïbes et de l'océan Indien (Source : www.marinetraffic.com).

■ LE TRANSPORT MARITIME ET LA NAVIGATION DE PLAISANCE : PRINCIPAUX VECTEURS D'INTRODUCTION ET DE DISPERSION

Les introductions d'espèces exotiques marines dans les collectivités d'outre-mer sont principalement accidentelles. Seules deux espèces semblent avoir fait l'objet d'introductions volontaires dans le milieu naturel afin de fournir une ressource supplémentaire aux populations : les gastéropodes *Tectus niloticus* et *Turbo marmoratus* en Polynésie française (Direction des ressources marines et minières, 2017 ; Andréfouët *et al.*, 2014).

L'aquaculture d'espèces marines a également été à l'origine d'échappées d'individus en milieux naturels. Ainsi, le Cobia (*Rachycentron canadum*) et l'Ombre ocellée (*Sciaenops ocellatus*) élevés à Mayotte et à La Réunion sont maintenant observés dans les lagons après s'être échappés de leurs bassins. En Polynésie française, l'anémone *Exaiptasia pallida* a été introduite involontairement dans de nombreux atolls lors de transferts de nacres pour le développement de la perliculture (Brugneaux *et al.*, 2010).

La mer des Caraïbes, l'océan Pacifique et l'océan Indien sont traversés par un trafic maritime intense et constant (Fig. 11). La mer des Caraïbes, avec le canal de Panama, concentre en particulier une part importante du trafic maritime mondial. Cette situation devrait se renforcer avec l'ouverture depuis 2016 du troisième jeu d'écluses du canal de Panama et l'ouverture du grand canal interocéanique du Nicaragua prévue à l'horizon 2020.

Les économies des outre-mer ont massivement recours à l'importation pour leurs approvisionnements en biens et en matières premières et dans ce contexte le transport maritime constitue un

support fondamental à l'économie de ces territoires. En 2017, le Grand port maritime de La Réunion était le premier port d'outre-mer en termes de trafic de marchandises, suivi par celui de Nouméa. Ces deux ports figurent parmi les 10 premiers ports français en tonnage de marchandises (Tab. 4). Les ports ultramarins se constituent progressivement en hubs régionaux : La Réunion est en passe de devenir un hub régional dans l'océan Indien, et les Antilles françaises aspirent à devenir le hub de la Caraïbe Sud. Nouméa est la deuxième plateforme de transbordement de l'Océanie. Les principaux ports d'outre-mer, mais également les ports secondaires à l'image des ports minéraliers en Nouvelle-Calédonie, qui à eux seuls représentent plus de la moitié du trafic maritime de ce territoire, ou les marinas destinées à accueillir la navigation de plaisance, constituent la principale porte d'entrée pour des espèces exotiques marines. Dans ce contexte, les eaux de ballast et les bio-salissures (*biofouling*) constituent vraisemblablement les deux vecteurs majeurs d'introductions d'espèces exotiques marines dans les collectivités françaises d'outre-mer.

Le biofouling concerne aussi bien les navires commerciaux trans-océaniques (cargos, porte-conteneurs) que la navigation de plaisance ou les bateaux de pêche. De nombreuses études dans d'autres pays ont confirmé le rôle majeur de la navigation de plaisance dans la dispersion des espèces exotiques marines, par exemple *via* les coques mais aussi les moteurs, les remorques et d'autres équipements comme les ancres et cordages. L'introduction de la phanérogame marine *Halophila stipulacea* aux Antilles



Cargo au port de Rikitea (Mangareva, Polynésie française) © Mayalen Zubia

serait ainsi liée aux navires de plaisance venant d'abord de Méditerranée, puis naviguant entre les îles des Antilles disséminant ainsi des fragments de cette plante capable de se reproduire de manière végétative (Willette et Ambrose, 2009). En Polynésie française, sur l'île de Moorea, une étude a montré que la densité de mollusques marins exotiques est positivement corrélée à l'intensité du trafic maritime dans les ports de l'île, principalement des ports de pêche et de plaisance avec des marinas à proximité (Ardura *et al.*, 2015)

Dans la grande majorité des cas, les modes de colonisation spécifiques des espèces exotiques marines sont très peu documentés localement. En outre, ils peuvent impliquer plusieurs vecteurs d'introduction anthropiques et une dissémination naturelle.

L'exemple de la colonisation du crabe *Charybdis hellerii* dans les Antilles françaises illustre très bien cette complexité (Ferry *et al.*, 2017). Ses larves auraient pu être transportées depuis les Grandes Antilles (Cuba) ou le littoral sud-américain (Venezuela, Brésil) où l'espèce est présente. Il aurait pu également voyager via les eaux de ballast depuis la Méditerranée ou l'Atlantique Ouest où ce crabe est déjà installé vers les principaux ports des Petites Antilles (Fort-de-France, Pointe-à-Pitre) où il a été détecté. Enfin, la navigation de plaisance pourrait aussi jouer un rôle dans sa dispersion. En effet, *C. hellerii* est fortement associé aux herbiers d'*Halophila stipulacea*, disséminée notamment par les ancres des bateaux de plaisance (Willette *et al.*, 2014).

COLLECTIVITÉS	Souveraineté portuaire	Statut du port	Trafic extérieur de marchandise (en millions de tonnes)	Classement ports français (2017)
La Réunion	État	Grand port maritime	5,4	9/43
Nouvelle-Calédonie*	Gouvernement local	Port autonome	5,3	10/43
*port de Nouméa seulement				
Guadeloupe	État	Grand port maritime	3,7	12/43
Martinique	État	Grand port maritime	3,1	14/43
Saint-Barthélemy	Collectivité territoriale		Nc	Nc
Saint-Martin	Collectivité territoriale		Nc	Nc
Polynésie française	Gouvernement local	Port autonome	0,9	23/43
Guyane	État	Grand port maritime	0,8	Nc
Mayotte	Collectivité départementale	Concession portuaire	0,8	Nc
Saint-Pierre-et-Miquelon	État	Port d'intérêt national	Nc	Nc
Wallis-et-Futuna	État		Nc	Nc
			Nc : Non connu	

Tableau 4 : Caractéristiques des ports ultra-marins.

■ UN MANQUE CRITIQUE DE CONNAISSANCES

La connaissance des espèces exotiques marines présentes dans les outre-mer, de leur distribution, de leurs impacts avérés ou potentiels, et de l'importance relative des vecteurs d'introduction est très parcellaire et hétérogène.

Ce déficit de connaissance s'explique en partie par des inventaires de la biodiversité marine, bien qu'en progression constante,

encore très incomplets en particulier pour les groupes les moins charismatiques comme les invertébrés, par une taxinomie difficile et en constante évolution pour certains organismes comme les ascidies et les éponges, et par l'absence d'inventaires et de systèmes de surveillance dédiés (Fig. 12).

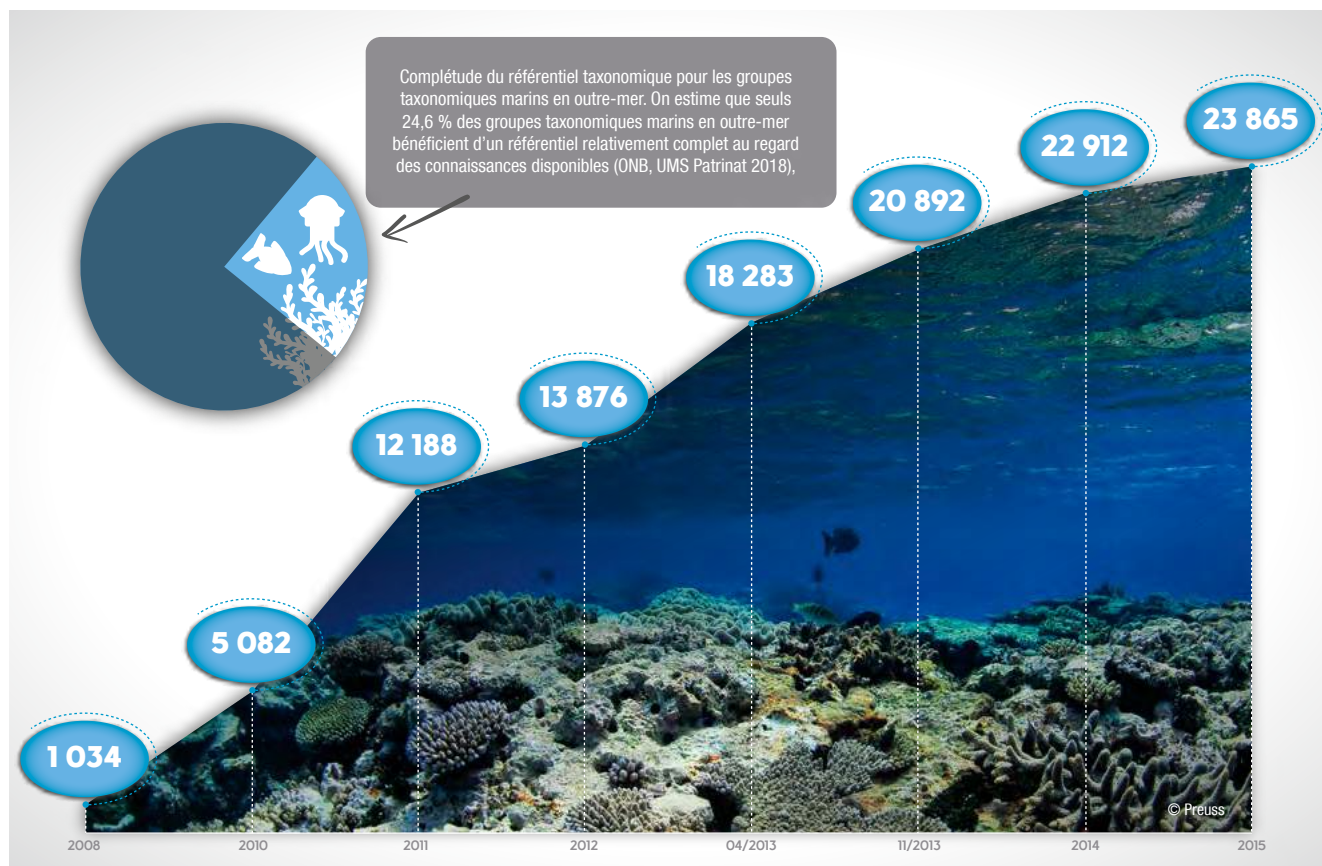


Figure 12 : Évolution du nombre d'espèces marines de l'outre-mer récifal dans le référentiel taxonomique TAXREF entre 2008 et 2015 (Vandel *et al.*, 2016).

Les résultats des récentes expéditions scientifiques, comme celles menées par le MNHN et Pro-Natura International dans le cadre du programme « La Planète Revisitée », témoignent bien des lacunes de la connaissance relative à la biodiversité marine. A chaque nouvelle campagne, des progrès importants sont réalisés dans ce domaine. La mission marine menée en Guyane en 2014 a ainsi permis de recenser près d'une centaine d'espèces d'échinodermes (seulement 20 étaient répertoriées auparavant), 250 espèces de crustacés (contre 57 identifiées auparavant), et de multiplier quasiment par deux le nombre de mollusques connus pour la région (Pascal *et al.*, 2015).

Alors que les deux principaux cadres européens visant la bonne conservation du milieu marin et des eaux littorales, la DCSMM et la Directive cadre sur l'eau (DCE), pourraient contribuer à améliorer les connaissances sur les espèces exotiques marines dans

les départements d'outre-mer, ils ne s'y appliquent pas ou se heurtent à des difficultés de mises en œuvre. Ainsi, la DCSMM, dont l'un des descripteurs (D2) est dédié aux espèces non-indigènes, concerne seulement les sous-régions marines de la métropole. La DCE, qui vise à maintenir ou à restaurer le bon état des eaux douces et côtières en s'appuyant sur le développement d'outils de bio-indication, s'applique en revanche dans les cinq départements d'outre-mer (Guadeloupe, Martinique, Guyane, La Réunion et Mayotte) mais ne comprend pas à ce jour d'indicateurs concernant les espèces exotiques marines. Sa mise en œuvre en outre-mer est beaucoup plus récente qu'en métropole et rencontre des difficultés dues à une connaissance encore limitée du fonctionnement et de la biodiversité des écosystèmes marins tropicaux.

IDENTIFIER, SUIVRE ET COMPRENDRE LES INVASIONS BIOLOGIQUES MARINES : L'APPORT DES OUTILS BASÉS SUR L'ADN

Les outils moléculaires, développés dans des domaines de recherche comme la génétique des populations, sont de plus en plus utilisés pour étudier et suivre les espèces non-indigènes. Ils permettent par exemple de confirmer ou d'infirmer des identifications d'espèces introduites, mettre en évidence des espèces cryptiques (non distinguables les unes des autres sur des critères morphologiques), retracer les processus d'introduction (récurrence des introductions, sources et origines géographiques des populations introduites) et étudier les mécanismes évolutifs pouvant expliquer le succès des populations introduites et influencer leur devenir dans leurs régions d'introduction (Geller *et al.*, 2010 ; Sherman *et al.*, 2016 ; Viard *et al.*, 2016).

Compte tenu du rôle très ancien des activités humaines dans les déplacements d'espèces et du manque de données sur les modèles de dispersion naturelle, sur la diversité et la biogéographie des organismes, il est parfois difficile de connaître avec certitude le statut, exotique ou indigène, de certaines espèces marines dans une région donnée (Carlton, 1996 ; Dawson *et al.*, 2005). Sur cette question, les outils moléculaires peuvent également apporter de nouveaux éclairages.

L'exemple de l'algue rouge *Asparagopsis taxiformis* est à ce titre révélateur. Cette rhodophyte de la famille des Bonnemaisoniaceae a été décrite en Méditerranée en 1945, mais son aire de distribution naturelle est incertaine et elle est aujourd'hui largement distribuée au niveau mondial dans les eaux tropicales et tempérées chaudes. Des analyses moléculaires ont mis en évidence l'existence de six lignées qui pourraient correspondre à un complexe de sous-espèces (Dijoux *et al.*, 2014 ; Andreakis *et al.*, 2016). La lignée 5 n'a été identifiée que dans une région géographique bien circonscrite, notamment en Nouvelle-Calédonie et dans l'archipel des Gambier (Polynésie française). Cela laisse à penser que cette lignée est indigène de cette région du Pacifique. En revanche, d'autres lignées présentent des aires de répartition très vastes. En particulier, la présence de la lignée 2 en Méditerranée, dans l'Atlantique Nord, au Japon et dans l'Indo-Pacifique, et de la lignée 3 aux Canaries, dans la partie Est de la Méditerranée et dans l'Atlantique Ouest, ne peuvent s'expliquer autrement que par des introductions liées aux activités humaines (Dijoux *et al.*, 2014).



Asparagopsis taxiformis © Mayalen Zubia

Le barcoding moléculaire (identification d'une espèce par un code-barre moléculaire qui lui est spécifique) est utilisé de longue date, mais de nouveaux outils et cadres méthodologiques, comme le séquençage d'ADN à haut débit réalisé à partir d'ADN environnemental (ADN présent dans des échantillons d'eau, de sédiments, etc.) ou d'ADN collecté sur des ensembles de spécimens (larves collectées dans un filet par exemple) se développent (Diaz-Ferguson & Moyer, 2014 ; Viard *et al.* 2016). Ainsi, l'analyse ADN de prélèvements de zooplancton dans plusieurs ports canadiens a permis d'identifier 24 espèces exotiques, dont 10 considérées comme envahissantes (Brown *et al.*, 2016). Cette technique a permis d'éviter de recourir à une analyse morphologique laborieuse, les invertébrés étant très complexes à identifier au stade larvaire ou juvénile. Elle implique cependant que des données moléculaires de références soient disponibles et son efficacité dépend du choix des marqueurs génétiques utilisés. Si des données de référence sont disponibles et les biais méthodologiques contrôlés, ces techniques sont néanmoins très efficaces pour détecter des espèces ciblées, y compris lorsqu'elles sont présentes en faible densité, et permettent d'augmenter massivement le nombre de sites étudiés. Elles sont ainsi complémentaires aux techniques traditionnelles.

■ UNE FAIBLE PRISE EN COMPTE DU RISQUE

Ce déficit important de connaissance sur les espèces exotiques marines présentes localement, conjugué au peu de cas d'invasions biologiques sévères, se traduit à différents niveaux par une très faible prise en compte de la dimension marine des invasions biologiques.

Les stratégies territoriales de prévention et de gestion des EEE développées et mises en œuvre dans les outre-mer n'intègrent pas ou très peu le risque marin. Seule la récente stratégie calédonienne évoque parmi ses axes de travail le lancement de premières réflexions sur la biosécurité en milieu marin et l'amélioration des connaissances. Saint-Pierre-et-Miquelon est l'unique collectivité à avoir mis en place un programme de surveillance des espèces marines non-indigènes, en collaboration avec le réseau de surveillance canadien, très actif sur le sujet.

En 2017, l'outre-mer français comptait 108 aires marines et côtières protégées de différents statuts : parc national, réserve naturelle, réserve territoriale, parc naturel, sites classés, etc. (Martinez *et al.*, 2017). La grande majorité des plans de gestion de ces espaces n'intègrent pas l'enjeu des espèces exotiques marines. A l'image de la Réserve naturelle nationale de Saint-Martin ou de la Réserve naturelle de Saint-Barthélemy, seules les espèces qui posent problème aujourd'hui, à savoir le Poisson-lion et *Halophila stipulacea*, font l'objet d'actions spécifiques de gestion, de sensibilisation des publics et d'amélioration des connaissances. A notre connaissance, seul le plan de gestion 2018-2027 de la Réserve naturelle nationale des Terres australes françaises intègre spécifiquement des actions de prévention, de surveillance

et d'amélioration des connaissances sur les espèces exotiques marines par le biais d'inventaires et d'études sur les mécanismes d'introduction et de dispersion. Globalement, la surveillance, la prévention de nouvelles introductions, l'inventaire, la distribution et la dynamique des espèces exotiques marines ne sont pas identifiées comme des actions prioritaires dans les plans de gestion des AMP d'outre-mer. Ce constat rejoint celui d'une étude récente qui montre que seule une infime minorité des documents de planification pour la conservation de la biodiversité marine prennent en compte explicitement les invasions biologiques marines (Giakoumi *et al.*, 2016) (Fig. 13).

Cette absence de prise en compte se retrouve également au niveau réglementaire. Pour les collectivités qui en disposent, les listes d'espèces exotiques dont l'introduction est interdite ne sont constituées que d'espèces terrestres ou d'eau douce. Une exception est à noter avec le code de l'environnement de la Province Sud de Nouvelle-Calédonie où une espèce marine, *Asterias amurensis*, absente du territoire, figure sur la liste des espèces exotiques interdites d'introduction. Les outils de planification de l'espace maritime et des activités en lien avec la mer, à l'image des SAR ou des SDAGE dans les départements d'outre-mer ou du plan de gestion de l'espace maritime de Moorea en Polynésie française, n'intègrent pas non plus le risque des invasions biologiques marines.

D'une manière générale, les invasions biologiques marines souffrent d'un déficit important en matière de sensibilisation et d'information des décideurs, des acteurs et des usagers de la mer.

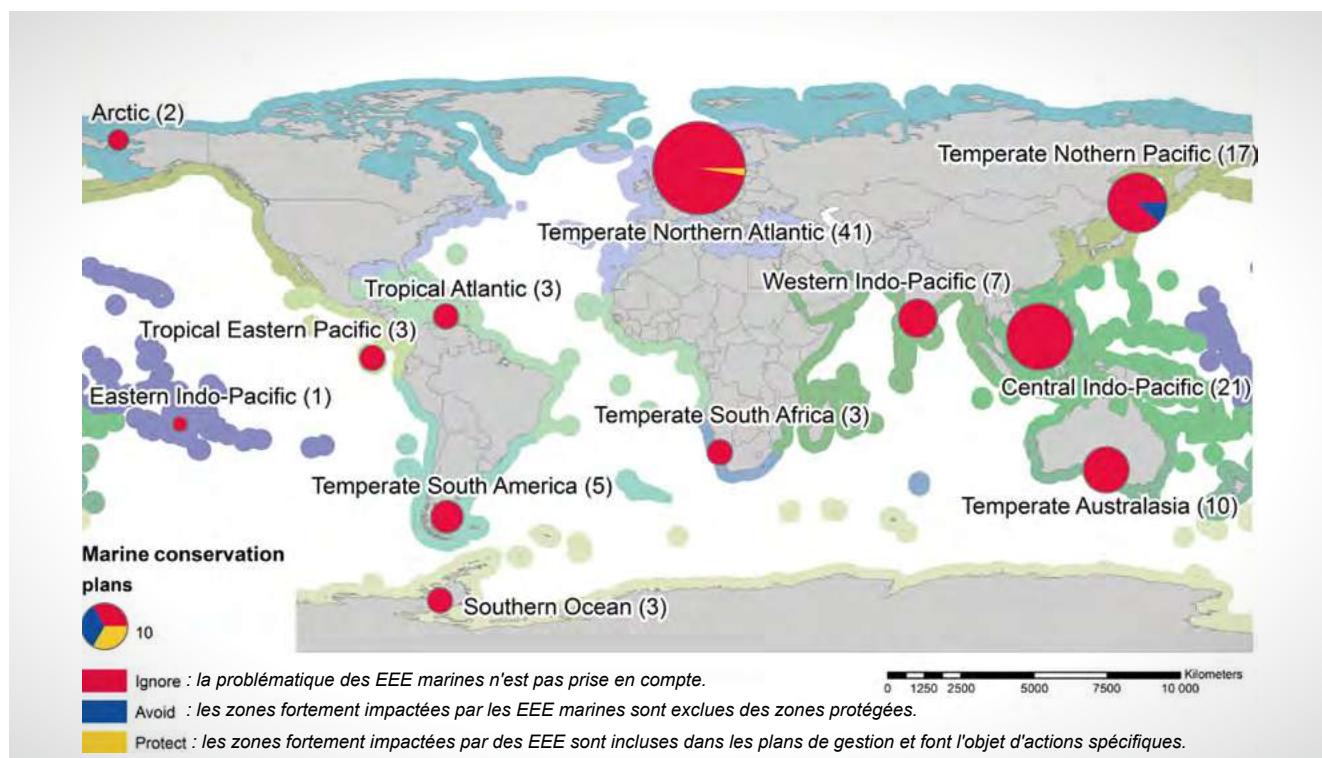


Figure 13 : Prise en compte des espèces exotiques envahissantes marines dans les plans de gestion des aires marines protégées à l'échelle internationale (Giakoumi *et al.*, 2016).

■ CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Les espèces exotiques envahissantes figurent parmi les principaux enjeux de la conservation de la biodiversité dans les collectivités françaises d'outre-mer. De nombreuses avancées ont été réalisées ces dernières décennies : mise en œuvre de diagnostics, création de réseaux d'échanges, élaboration de stratégies, amélioration des connaissances grâce à des programmes de recherche dédiés, actions de maîtrise des espèces les plus problématiques conduites avec succès, etc. (Soubeyran, 2008 ; Meyer *et al.*, 2015). Pour autant, ces progrès concernent essentiellement les invasions biologiques terrestres, la dimension marine du phénomène ayant le plus souvent été ignorée.

Le manque de prise en compte de la dimension marine des invasions biologiques ne peut que conduire à de nouvelles introductions et à une prise de conscience trop tardive de l'ampleur des conséquences d'une invasion en cours. Ce premier état des lieux montre que les collectivités françaises d'outre-mer demeurent relativement épargnées par les EEE marines en comparaison d'autres pays mais que certaines d'entre elles représentent déjà une menace sérieuse.

Ainsi, plusieurs constats plaident pour que ce risque ne soit plus ignoré. Premièrement, 61 espèces exotiques marines sont déjà présentes dans les collectivités d'outre-mer, deux s'avèrent déjà envahissantes, engendrant des conséquences écologiques et économiques, et d'autres pourraient le devenir. Deuxièmement, la présence d'EEE marines est documentée dans des pays proches et celles-ci pourraient diffuser vers les collectivités d'outre-mer, par les courants marins favorisant leur dispersion naturelle ou par des vecteurs anthropiques. Troisièmement, de par leur caractère littoral ou insulaire, les collectivités d'outre-mer investissent progressivement dans des économies tournées vers la mer pour

leur développement. L'émergence de cette économie bleue s'appuie principalement sur la croissance des activités portuaires, du transport et du tourisme maritime, et dans une moindre mesure de l'aquaculture marine. Or ces activités constituent les principaux vecteurs d'introduction et de dissémination d'EEE marines.

Enfin, ce risque devrait s'accroître dans un contexte de réchauffement climatique et de pressions exercées par les activités humaines sur les écosystèmes côtiers.

Alors que les invasions biologiques marines sont considérées comme une composante essentielle du changement global des écosystèmes marins et côtiers au niveau mondial, les défis à relever pour les outre-mer sont nombreux. La prévention des introductions, la détection précoce de nouvelles espèces introduites et une réaction rapide sont les meilleures stratégies pour empêcher l'établissement d'EEE marines. Mais ces différentes étapes nécessitent une surveillance dédiée et une sensibilisation des publics et usagers de la mer qui font aujourd'hui défaut dans les outre-mer. Si de bonnes connaissances sur les EEE sont nécessaires pour mettre en œuvre une gestion efficace, les lacunes dans ce domaine ne doivent pas pour autant conduire à l'inaction.

Les recommandations suivantes visent à renforcer la prise en compte du risque posé par les invasions biologiques marines pour les écosystèmes marins et côtiers d'outre-mer. Elles s'adressent à tous les acteurs et usagers de la mer concernés par la conservation et la gestion de la biodiversité : gestionnaires d'aires marines protégées, associations de protection de la nature, organismes de recherche, acteurs socio-professionnels, collectivités locales, établissements publics et services de l'Etat.



Figure 14 : Les priorités d'actions pour prévenir et gérer les invasions biologiques marines.

RECOMMANDATIONS

1 RENFORCER À TOUS LES NIVEAUX LA PRISE EN COMPTE DES ESPÈCES EXOTIQUES ENVAHISSANTES MARINES ET DU RISQUE QU'ELLES FONT PESER SUR LA BIODIVERSITÉ MARINE

Intégrer les EEE marines dans les stratégies territoriales de prévention et de gestion des EEE

Du fait du peu de cas d'invasions sévères dans la plupart des collectivités d'outre-mer, les EEE marines sont le parent pauvre des stratégies de prévention et de gestion des EEE. Pourtant comme démontré dans ce document, les risques sont réels et des solutions existent. Il convient d'une part d'intégrer explicite-

ment les EEE marines dans les stratégies territoriales de gestion des espèces invasives, et d'autre part d'assurer une représentation d'experts et de gestionnaires spécialistes du milieu marin dans les groupes et comités locaux dédiés à la thématique.

Intégrer les EEE marines dans les outils et instances de planification de l'espace maritime

L'intensification des activités dans les eaux côtières et marines des outre-mer nécessite une planification stratégique dans chacun des bassins ultra-marins, pour assurer la durabilité et la gestion des espaces marins et littoraux. Cette planification des activités et usages maritimes s'appuie d'ores et déjà sur différents outils, tels les SAR ou les SDAGE dans les départements d'outre-mer, les schémas régionaux de développement de l'aquaculture ou le plan de gestion de l'espace maritime de Moorea en Polynésie française. Une prise en compte de la problématique des EEE marines dans ces outils contribuerait à un meilleur suivi et un meilleur contrôle des activités ou des projets susceptibles d'avoir des conséquences sur le milieu marin en termes d'introduction et de dispersion d'espèces exotiques marines.

Les Conseils maritimes ultra-marins de bassin⁸ (CMUB) sont de nouvelles instances dont l'objectif principal est l'élaboration d'un

document stratégique à l'échelle du bassin maritime. Ce document vient préciser et compléter les orientations de la stratégie nationale pour la mer et le littoral, au regard des enjeux économiques, sociaux et environnementaux. Les CMUB regroupent des représentants des services de l'Etat, des collectivités territoriales, d'entreprises, d'associations et d'usagers de la mer. Ils peuvent émettre des recommandations et des avis sur tous les sujets relevant de la mer et du littoral. Le document stratégique de bassin constitue le cadre et l'outil de référence pour la mise en œuvre d'une politique maritime intégrée à l'échelle du bassin. Il conviendrait à ce titre d'intégrer la prévention et la gestion des EEE marines dans la définition des objectifs stratégiques en matière de développement des activités maritimes, de connaissance et de protection des milieux, de surveillance et de contrôle.

Intégrer la prévention et la gestion des EEE marines dans les plans de gestion des aires marines protégées

Chaque AMP devrait disposer dans son plan de gestion d'actions relatives aux EEE marines couvrant toutes les étapes : inventaire des espèces exotiques marines présentes, surveillance des espèces prioritaires, analyse des vecteurs potentiels d'introduction et de dispersion avec la mise en place d'actions de gestion (par exemple, la gestion du carénage des navires de plaisance), sensibilisation du grand public et de groupes d'acteurs spécifiques,

collaboration avec les parties prenantes concernées pour la mise en place de bonnes pratiques, mise en œuvre de plans d'actions spécifiques. Plus globalement, l'enjeu des EEE marines devrait être spécifiquement inscrit dans la révision de la stratégie nationale pour la création et la gestion des aires marines protégées pour la période 2020-2030.

8 • Il existe 4 CMUB : Antilles (Guadeloupe, Martinique, Saint-Barthélemy, Saint-Martin), Guyane, Sud océan Indien (La Réunion, Mayotte, TAAF) et Saint-Pierre-et-Miquelon.

2 DÉVELOPPER UNE SURVEILLANCE SYSTÉMATIQUE DANS LES SITES PRIORITAIRES

Conduire des inventaires dans les points chauds d'introduction pour favoriser la détection précoce

La détection des nouvelles espèces exotiques (par inventaire ou recherche ciblée) et le suivi régulier des espèces exotiques marines sont nécessaires pour permettre une détection précoce et rendre compte de l'efficacité des mesures de gestion mises en œuvre. Ces suivis doivent cibler en priorité les zones d'entrée des

espèces telles que les ports, les marinas et les sites aquacoles. Outre les infrastructures elles-mêmes (pontons, digues, bouées, cages d'élevage, etc.), ces suivis doivent intégrer tous les vecteurs de dispersion présents dans ces zones (barges, navires de plaisance, etc.).

Faire des ports d'outre-mer des acteurs majeurs de la prévention des espèces exotiques envahissantes marines

Les ports ont un rôle essentiel à jouer dans la lutte contre les EEE marines. Principale porte d'entrée pour ces espèces, ils ont aussi la responsabilité de la gestion d'un environnement souvent remarquable, à l'image du Grand port maritime de Guadeloupe et ses 8000 ha dans le Grand Cul-de-Sac marin.

Les projets de développement des ports, en particulier les travaux d'extension et de modernisation, font l'objet, en ce qui concerne les DOM, d'une évaluation par l'Autorité environnementale du Conseil

général de l'environnement et du développement durable (CGEDD). Les principaux enjeux environnementaux portent sur les impacts induits par le développement portuaire, dont la préservation des milieux naturels. A ce titre, la prévention des introductions d'espèces marines non-indigènes et les moyens de suivi et de surveillance mis en œuvre pour y parvenir devraient être pris en compte dans les projets de développement portuaire et intégrés dans les plans de gestion des espaces naturels des circonscriptions portuaires.

Développer des programmes de surveillance de l'établissement et de l'expansion des espèces exotiques marines dans les aires marines protégées

La surveillance des AMP est fondamentale pour détecter de façon précoce l'arrivée ou l'expansion des EEE et anticiper les risques encourus par des espèces protégées ou patrimoniales. Des inventaires exhaustifs d'espèces sont nécessaires pour disposer de bilans de situation aussi complets que possible. Mais ceux-ci peuvent difficilement être menés en grand nombre, du fait de la mobilisation des moyens qu'ils impliquent (nécessité d'une expertise taxinomique, temps d'analyse, etc.). Il convient donc de mettre en place en parallèle des suivis plus denses (nombre de stations) et plus fréquents (nombre de répétitions dans le temps) sur des espèces cibles. Le développement d'analyses de risques sur des espèces marines présentes dans des pays voisins ou partenaires économiques des outre-mer, ainsi que d'analyses prospectives du type « *horizon scanning* », sont parmi les outils à envisager pour établir des listes d'espèces prioritaires et hiérarchiser les actions locales à prévoir.

Les réseaux de surveillance à mettre en place pour le suivi des espèces marines non-indigènes doivent pouvoir s'appuyer sur la communauté scientifique impliquée sur le milieu marin, les gestionnaires d'aires marines protégées, les acteurs socio-économiques parmi lesquels figurent les ports, ainsi que les associations de protection de l'environnement et d'usagers concernées (pêcheurs, plaisanciers et plongeurs notamment). Au-delà des suivis propres aux AMP, d'autres réseaux pourraient être mobilisés, à l'image de celui du GCRMN (réseau mondial de surveillance des récifs coralliens) qui compte près de 100 stations suivies en outre-mer, ou du réseau d'observation des herbiers de l'outre-mer soutenu par l'IFRECOR. Cette surveillance des espèces exotiques marines devrait également être intégrée dans les observatoires de la biodiversité marine existants.

Les approches participatives impliquant le public et les usagers, comme les opérateurs de tourisme et de plongée, ont montré tout leur intérêt en matière de sensibilisation, de mobilisation mais aussi de surveillance et de détection opportuniste d'espèces exotiques, pour des espèces facilement identifiables par des non-experts. Les programmes de suivi participatif de l'état

de santé des récifs coralliens d'outre-mer comme *Reef check*⁹ ou ceux dédiés plus largement à la biodiversité marine comme le réseau Tsiôno à Mayotte¹⁰ pourraient intégrer dans leur protocole des espèces exotiques marines prioritaires facilement identifiables.

Étendre à l'outre-mer les programmes de surveillance sur les espèces marines non-indigènes développés dans le cadre de la DCSMM

La mise en œuvre de la DCSMM en métropole s'appuie notamment sur un plan d'action pour le milieu marin dans chacune des quatre sous-régions marines, dont l'un des éléments constitutifs est l'élaboration d'un programme de surveillance en vue d'évaluer l'évolution de l'état écologique du milieu marin. Des programmes de suivi des espèces marines non-indigènes au sein

de zones sensibles à risque sont en cours de développement, afin de pouvoir détecter leur présence dès leur introduction dans le milieu. Ces programmes pourraient facilement être étendus et déclinés en outre-mer, en particulier dans les collectivités relevant du droit de l'environnement national, afin d'aller vers une surveillance standardisée et homogène à l'échelle nationale.

3 GÉRER LES VECTEURS D'INTRODUCTION ET DE DISPERSION D'ESPÈCES EXOTIQUES MARINES

Soutenir et accélérer la mise en œuvre des mesures et protocoles nécessaires pour répondre aux obligations de la Convention internationale pour le contrôle et la gestion des eaux de ballast

La Convention internationale pour le contrôle et la gestion des eaux de ballast et sédiments des navires prévoit un certain nombre de mesures visant à prévenir, minimiser et finalement éliminer le transfert par les eaux de ballast d'organismes aquatiques et d'agents pathogènes nuisibles. L'OMI a listé une cinquantaine de techniques dont l'efficacité et l'innocuité pour le milieu marin ont été démontrées : traitement des eaux par rayonnement ultraviolet, électrolyse et filtration notamment. Les armateurs ont jusqu'à 2024 pour assurer la mise en conformité des navires en les équipant de tels systèmes de traitement des eaux de ballast.

Sans attendre l'entrée en vigueur de la convention, plusieurs pays à l'image du Canada, de l'Australie, de la Nouvelle-Zélande ou des États de la mer Baltique ont adopté une approche volontaire et ont mis en place des démarches nationales ou régionales coordonnées de gestion des eaux de ballast, développé des procédures et protocoles pour l'évaluation des risques, l'aide à la décision et la surveillance des ports¹¹. Pour mettre en œuvre la convention en France, il serait intéressant de s'inspirer de ces démarches et de les adapter au contexte des outre-mer français.

Favoriser la mise œuvre, la promotion et la diffusion des bonnes pratiques

Différentes organisations internationales ont élaboré des directives volontaires destinées à promouvoir les bonnes pratiques. L'OMI a par exemple publié un code de conduite pour une meilleure prise en compte et une meilleure gestion des eaux de ballast et du biofouling sur les navires et infrastructures artificielles, afin de réduire le risque de transfert d'EEE marines (OMI, 2012). La FAO, le CIEM (Conseil international pour l'exploration de la mer) et l'UICN ont aussi publié des lignes directrices fournissant un cadre pour la gestion des espèces introduites délibérément à

des fins de pêche et d'aquaculture marines (FAO, 1995 ; CIEM, 2005 ; Hewitt *et al.*, 2006).

Les bonnes pratiques internationales dans la gestion des vecteurs d'introduction ou pour la conduite d'études de référence dans des zones prioritaires (ports et AMP entre autres) pourraient être source d'inspiration pour les collectivités d'outre-mer et adaptées si besoin aux différents contextes ultra-marins (Awad *et al.*, 2014 ; Otero *et al.*, 2013).

9 • www.reefcheck.fr/

10 • www.tsiono.fr/

11 • Voir par exemple les outils développés dans le cadre des conventions régionales OSPAR et HELCOM : http://jointbwmexemptions.org/ballast_water_RA/apex/?p=104:13

La mise en œuvre et la diffusion des meilleures pratiques doit pouvoir s'appuyer sur les organisations de coopération régionale et les stratégies régionales existantes sur le sujet, comme celle publiée par le PROE (Programme régional océanien pour l'environnement) en 2006 pour réduire le risque d'introduction d'espèces par les navires¹².

Les bonnes pratiques à développer pour l'outre-mer concernent par exemple la navigation de plaisance (mouillage des navires) et le carénage des navires (nettoyage des coques et gestion des déchets) car il paraît essentiel de placer la gestion du biofouling au même niveau d'importance que celle des eaux de ballast.



Figure 15 : Exemples de guides et de lignes directrices pour la prévention et la gestion des EEE marines.

4 SENSIBILISER LES ACTEURS ET USAGERS DE LA MER

Développer les actions de communication pour faciliter la sensibilisation et l'implication des acteurs et usagers de la mer

Le travail d'explication est essentiel et il paraît urgent de développer la communication dans ce domaine auprès de toutes les parties prenantes, en soulignant les risques associés aux différents vecteurs d'introduction (navigation de plaisance, relâchés d'aquarium, aquaculture, etc.), les conséquences potentielles des EEE marines et les bons gestes à adopter. L'Agence française pour la biodiversité et ses antennes en outre-mer, ou les Comités de l'eau et de la biodiversité dans les départements d'outre-mer, pourraient jouer un rôle important dans cet effort de sensibilisation indispensable.

Concernant les approches à adopter pour communiquer sur la problématique des EEE, il est important de s'affranchir d'une démarche basée uniquement sur les messages émanant de la science pour mettre au contraire à profit un véritable dialogue avec les décideurs et le grand public (Courchamp *et al.*, 2017). La co-construction des mesures de gestion en amont, avec des parties prenantes aux perceptions diverses, voire aux intérêts opposés, est un gage de leur appropriation par tous les acteurs. De la même façon, la co-construction des messages et des outils de communication est un élément déterminant d'une communication réussie qui informe, sensibilise et mobilise.

12 • Shipping-related Introduced Marine Pests In the Pacific Islands: A regional strategy. https://www.sprep.org/att/IRC/eCOPIES/Pacific_Region/105.pdf

5 SOUTENIR LA RECHERCHE ET LE DÉVELOPPEMENT DES CONNAISSANCES

Renforcer l'expertise taxinomique et soutenir le développement et l'utilisation des outils moléculaires

Inventorier, surveiller et suivre les espèces exotiques marines implique de disposer de la capacité de reconnaître et d'identifier avec robustesse les espèces. Le renforcement des capacités en matière d'expertise taxinomique apparaît indispensable, ainsi que l'appui au développement d'outils alternatifs pour l'identification des espèces, en particulier ceux reposant sur l'ADN.

Les progrès rapides de la biologie moléculaire fournissent aujourd'hui des méthodes et technologies innovantes, à moindre coût, pour détecter et identifier des espèces exotiques marines, y compris en ciblant les vecteurs d'introduction potentiels (par exemple les eaux de ballast).

Soutenir les efforts de recherche pour répondre aux défis scientifiques liés aux invasions biologiques marines

Les processus d'invasions biologiques marines sont particulièrement complexes et de nombreuses questions concrètes nécessitent des efforts importants de recherche, comme la compréhension des mécanismes d'invasions, l'évaluation des impacts écologiques et économiques, ou les interactions avec d'autres composantes des changements globaux (artificialisation des milieux, changements climatiques, etc.).

Les AMP d'outre-mer, où les besoins en matière de connaissance appellent un investissement de la communauté des chercheurs, sont des sites privilégiés pour renforcer les synergies entre la recherche et la gestion. Parmi ces besoins : la connaissance de la

distribution et de la dynamique des espèces exotiques, l'établissement de listes régionales d'espèces marines à surveiller pour les intégrer dans les réseaux de suivi existants, l'évaluation des risques, le recensement des vecteurs d'introduction et de dispersion, l'évaluation des conséquences écologiques et socio-économiques des invasions biologiques ou les effets éventuels de ces espaces protégés sur l'établissement des EEE marines. L'un des points essentiels est sans doute la compréhension des interactions entre les différentes activités se déroulant au sein et à proximité immédiate de ces espaces, susceptibles de favoriser l'introduction et la dissémination d'espèces.

6 RENFORCER LA COOPÉRATION RÉGIONALE ET DÉVELOPPER DES INITIATIVES RÉGIONALES

Renforcer ou intégrer des dispositions spécifiques sur les espèces exotiques envahissantes marines dans les conventions sur les mers régionales

Les principaux vecteurs d'introduction et de dissémination opèrent au sein de chaque grande région marine, entre ces régions et entre les États. La prévention et la gestion des invasions biologiques marines nécessitent une approche coordonnée à l'échelle régionale. Plusieurs conventions régionales concernent les outre-mer : la Convention sur la conservation de la faune et la flore marines de l'Antarctique, la Convention de Carthage pour les Caraïbes, la Convention de Nairobi pour l'océan Indien,

et celle de Nouméa pour le Pacifique. Elles expriment l'engagement des États riverains de répondre, au travers d'initiatives coordonnées, aux enjeux de gestion et de préservation des milieux marins. L'intégration de dispositions spécifiques aux EEE marines dans ces conventions ou dans leurs protocoles de mise en œuvre faciliterait le développement de programmes régionaux sur le sujet, dont l'élaboration de stratégies régionales.

Développer des initiatives et programmes régionaux sur les EEE marines

De telles initiatives et programmes doivent pouvoir s'appuyer sur les réseaux ou les organisations régionales existantes, comme le CAR-SPAW (Centre d'activités régional relatif aux zones et à la vie sauvage spécialement protégées) dans les Caraïbes¹³, le PROE dans le Pacifique, la COI (Commission de l'océan Indien) dans l'océan Indien¹⁴. Cette coopération régionale peut prendre

différentes dimensions : recherche scientifique, formation et renforcement des capacités et des connaissances, mutualisation des alertes sur les risques émergents, gestion des vecteurs d'introduction, élaboration commune de protocoles d'évaluation des risques, ou encore élaboration de stratégies régionales.



© Thomas Saucède

13 • Le CAR-SPAW, en partenariat avec l'ICRI et le programme des Nations Unies pour l'environnement des Caraïbes, a soutenu et contribué à l'élaboration de la stratégie régionale de contrôle du Poisson-lion.

14 • La COI a adopté pour la période 2015-2017 un plan d'action régional sur les EEE marines. <http://commissionoceanindien.org/index.php?id=812>



© Mayalen Zubia



Synthèses par régions et collectivités

Les Antilles françaises	46
La Guyane française	56
Les collectivités de l'océan Indien	60
Les collectivités du Pacifique	66
Saint-Pierre-et-Miquelon	76
Les îles subantarctiques et la Terre Adélie	80



LES ANTILLES FRANÇAISES

BILAN DES ESPÈCES EXOTIQUES MARINES



Quatorze espèces exotiques marines ont été recensées dans les Antilles françaises : 12 espèces animales, une algue unicellulaire et une espèce végétale (Tab. 5). Onze espèces exotiques sont identifiées en Martinique, neuf en Guadeloupe, et respectivement six et cinq espèces à Saint-Martin et Saint-Barthélemy. Parmi elles, deux espèces présentent un caractère envahissant dans toutes les collectivités : le Poisson-lion (*Pterois volitans*) et la phanérogame marine *Halophila stipulacea*.

Type biologique	Espèce	Famille	Régions natives probables	Vecteurs d'introduction probables	Guadeloupe	Martinique	St Martin	St Barthélemy
Faune								
Ascidie	<i>Ascidia sydneiensis</i>	Ascididae	Indo-Pacifique	B	P	P	P	P
	<i>Didemnum psammotodes</i>	Didemnidae	Indo-Pacifique	EB, B, AQC	P			
	<i>Molgula citrina</i>	Molgulidae	Atlantique Nord et océan Arctique			P		
	<i>Perophora multiclathrata</i>	Perophoridae	Indo-Pacifique	B	P	P		
Corail - Scléractiniaire	<i>Tubastraea coccinea</i>	Dendrophylliidae	Indo-Pacifique	B	P	P	P	P
Crustacé - Décapode	<i>Charybdis hellerii</i>	Portunidae	Indo-Pacifique	EB	P	P	P	P
Hydraire	<i>Garveia franciscana</i>	Bougainvilliidae		B, EB		P		
Mollusque-Gastéropode	<i>Crepidula fornicata</i>	Calyptraeidae	Atlantique Nord-Ouest		P			
	<i>Eustrombus goliath</i>	Strombidae				P		
Poisson	<i>Acanthurus leucosternon</i>	Acanthuridae	Océan Indien Ouest Pacifique	AQR			P	
	<i>Sciaenops ocellatus</i>	Sciaenidae	Golfe du Mexique	ACQ		P		
	<i>Pterois volitans</i>	Scorpaenidae	Indo-Pacifique	AQR, DN	P	P	P	P
Flore								
Algue unicellulaire	<i>Ostreopsis ovata</i>	Ostreopsidaceae	Malaisie	EB	P	P	P	P
Phanérogame marine	<i>Halophila stipulacea</i>	Hydrocharitaceae	Océan Indien	EB, B, DN	P	P	P	P

B = biofouling ; EB = eaux de ballast ; AQC = aquaculture ; AQR = aquarium ; DN = dispersion naturelle ; P = espèce présente.
 Les espèces considérées envahissantes sont notées en gras.
 Principales sources : Bouchon *et al.*, 2015 ; DEAL Guadeloupe et Martinique, 2011 ; Delnatte & Wynne, 2016 ; Ferry *et al.*, 2017 ; Gargominy *et al.*, 2018 ; Pagad *et al.*, 2017 ; Willette *et al.*, 2014.

Tableau 5 : Espèces exotiques marines recensées dans les Antilles françaises.

■ IMPACTS DES ESPÈCES EXOTIQUES MARINES

Le Poisson-lion

Le Poisson-lion a d'abord été observé à Saint-Martin en juillet 2010, puis en Guadeloupe en septembre de la même année. Il est ensuite signalé en Martinique (Trégarot *et al.*, 2015) et à Saint-Barthélemy début 2011.

Il s'installe particulièrement sur les côtes sous-le-vent et sa présence est susceptible d'entraîner une réduction de la quantité de petits poissons pouvant déséquilibrer les écosystèmes coralliens (voir encadré p. 28).



Pterois volitans © Julien Chalifour

L'état de santé des écosystèmes marins des Antilles françaises est déjà très préoccupant et en constante dégradation (Quod *et al.*, 2016). En Guadeloupe, la couverture des coraux a été réduite de 30 à 50 % en 2005 à la suite d'une élévation exceptionnelle de la température de l'eau, et sur un site de la Martinique la couverture des herbiers a régressé de 41 % en trois ans en raison du changement climatique et de l'augmentation du tourisme (Hily *et al.*, 2010). L'invasion du Poisson-lion déstabilise encore un peu plus l'équilibre écologique et la structure de ces écosystèmes.

Les services écosystémiques rendus par les récifs coralliens et les écosystèmes associés, estimés à 340 millions d'euros pour les Antilles françaises (Pascal *et al.*, 2016), sont directement impactés par cette invasion. Selon un récent rapport, le coût total généré par la présence du Poisson-lion dans les Antilles françaises s'élève à plus de 10 millions d'euros par an (Binet & Smidt, 2015). Il s'agit principalement de répercussions sur la pêche : réduction de la biomasse en espèces pêchées, temps perdu à manipuler le poisson, présence du poisson dans les casiers au lieu d'espèces pêchées, etc. Le coût des soins médicaux liés aux piqûres de Poisson-lion n'a pas été évalué mais est susceptible d'être également important.

Halophila stipulacea

Cette phanérogame marine, originaire de l'océan Indien et de la mer Rouge, est observée pour la première fois en Martinique en 2006 (Maréchal *et al.* 2013), puis signalée à Saint-Martin et en Guadeloupe en 2011 (Moisan, 2014, Bouchon *et al.*, 2015). Elle est également présente à Saint-Barthélemy (O. Raynaud, com. pers., 2017).

L'espèce s'installe particulièrement sur des zones sableuses et celles occupées par des herbiers indigènes à *Syringodium filiforme* et *Halophila baillonis*, qu'elle a en grande partie remplacés en Guadeloupe. Elle entre également en compétition avec les herbiers à *Thalassia testudinum*, bien que ces derniers semblent plus résistants à l'invasion (Bouchon *et al.*, 2015).

Les impacts du remplacement des herbiers indigènes par des herbiers à *H. stipulacea* sont encore à l'étude. Sur l'île voisine de La Dominique, une comparaison entre les herbiers à *H. stipulacea* et *S. filiforme* montre une abondance en épibiontes supérieure dans les herbiers à *H. stipulacea*, tandis que les herbiers à *S. filiforme* sont beaucoup plus riches en juvéniles de poissons (Willette & Ambrose, 2012). Les communautés faunistiques associées aux herbiers d'*H. stipulacea* semblent également s'avérer plus pauvres que celles des herbiers à *T. testudinum*, probablement en raison d'une moindre qualité nutritionnelle de ses feuilles et du fait qu'elles soient plus courtes que celles de l'espèce native, offrant un abri moins important (Bouchon *et al.*, 2015). Cependant, une autre étude réalisée en Martinique en 2011 a montré très peu de différences entre les peuplements associés d'invertébrés et de juvéniles de poissons dans les herbiers à *T. testudinum* et *H. stipulacea*, montrant que ces derniers remplissaient les mêmes fonctions écologiques que les herbiers d'espèces autochtones (Carturan 2011).



Halophila stipulacea © Julien Chalifour

De plus, en raison de la fragilité de l'ancrage racinaire d'*H. stipulacea*, il est probable que lors d'épisodes cycloniques une grande part de ces herbiers soient arrachés par la houle, ce qui perturberait les communautés faunistiques et floristiques qui y sont associées tout en permettant à l'espèce de se disperser (Carturan, 2011 ; Steiner & Willette, 2015).

Selon une étude récente conduite sur l'île de Bonaire (Antilles hollandaises), la Tortue verte jouerait un rôle dans l'expansion d'*H. stipulacea* (Christianen *et al.*, 2018). Les expériences menées ont montré d'une part que les tortues vertes broutaient préférentiellement l'espèce indigène *T. testudinum*, et d'autre part que les herbiers à *H. stipulacea* se développaient plus vite dans les zones broutées que dans celles non broutées, remplaçant ainsi progressivement les herbiers indigènes. Des travaux similaires sont actuellement en cours dans les Antilles françaises.

Autres espèces introduites

Peu d'informations sont disponibles sur les autres espèces exotiques recensées dans les Antilles et sur leurs impacts au niveau local. Nous présentons ici quelques espèces dont les impacts ont été étudiés dans d'autres régions.

Le crabe *Charybdis hellerii* est observé en Guadeloupe et à Saint-Martin depuis 2012 et en Martinique depuis 2013 (Ferry *et al.*, 2017). Territorial et omnivore, se nourrissant souvent d'autres

petits crabes, il pourrait entrer en compétition pour la nourriture et l'habitat avec les crabes indigènes. Il est également un hôte potentiel du virus du syndrome de la tache blanche (WSSV) qui peut affecter d'autres espèces de décapodes (Tavares & Amou-roux, 2003).

Tubastraea coccinea (« orange-cup coral » en anglais) est une espèce corallienne originaire de la région Indo-Pacifique, aujourd'hui largement répandue dans le reste du monde. Dépourvu de zooxanthelles, ce corail ne dépend pas directement de la lumière du soleil pour se développer. Comme les autres espèces du genre *Tubastraea*, il ne construit pas de structure calcaire et se fixe directement sur des substrats durs. Il peut dominer les habitats récifaux, au détriment des spongiaires et des coraux indigènes (Creed *et al.*, 2017 ; Da Silva *et al.*, 2014). Il peut également causer une gêne pour les activités humaines en se fixant sur les structures artificielles. Cette espèce est considérée comme envahissante au Brésil et en Floride.

L'algue unicellulaire *Ostreopsis ovata* serait également présente dans les eaux des Antilles. Elle est connue pour être responsable de mortalités de coquillages ailleurs dans le monde, et ainsi entraîner des pertes économiques sur les espèces pêchées ou en aquaculture. L'espèce peut également causer des inflammations du système respiratoire et des conjonctivites chez les baigneurs et les personnes fréquentant les plages (Brescianini *et al.*, 2006).

■ VECTEURS D'INTRODUCTION ET PRINCIPAUX SITES À ENJEUX

Vecteurs d'introduction

Les vecteurs d'introduction des espèces exotiques marines présentes dans les Antilles françaises sont peu documentés. La plupart ont vraisemblablement été introduites par le transport maritime (eaux de ballast et biofouling). Ces espèces ont pu être introduites d'abord dans d'autres localités des Caraïbes avant de se disperser entre les îles, naturellement par les courants marins ou par l'intermédiaire du trafic inter-îles, notamment la navigation de plaisance.

L'introduction d'*Halophila stipulacea* serait ainsi liée aux navires de plaisance venant d'abord de Méditerranée, puis naviguant entre les îles des Antilles disséminant des fragments de cette plante capable de se reproduire de manière végétative (Willette et Ambrose, 2009).

Le cas du crabe *Charybdis hellerii* dans les Antilles françaises illustre très bien la complexité des vecteurs d'introduction possibles. Ses larves auraient pu être transportées depuis les Grandes Antilles (Cuba) ou le littoral sud-américain (Venezuela, Brésil) où l'espèce est présente. Elles auraient également pu

voyager via les eaux de ballast depuis la Méditerranée ou l'Atlantique ouest, où ce crabe est déjà installé, vers les principaux ports des Petites Antilles (Fort-de-France, Pointe-à-Pitre) (Ferry *et al.*, 2017). Enfin, la navigation de plaisance pourrait aussi jouer un rôle dans sa dispersion. En effet, *C. hellerii* est fortement associé aux herbiers d'*Halophila stipulacea*, disséminée notamment par les ancres des bateaux de plaisance (Willette *et al.*, 2014).

La présence de l'Ombrine ocellée (*Sciaenops ocellatus*), aussi appelée Loup des Caraïbes, dans les eaux de Guadeloupe et Martinique serait liée à des échappées de bassins d'élevage (déchirure de filets par des prédateurs, collisions, vandalisme ou tempêtes). Les individus resteraient à proximité des cages et l'espèce ne se serait pas implantée dans le milieu naturel.

Contexte économique et sites à enjeux

Les données économiques sont issues des rapports annuels publiés par l'IEDOM¹⁵

15 • Institut d'émission des départements d'outre-mer. www.iedom.fr

Guadeloupe

La Guadeloupe compte 13 ports polyvalents, 10 ports de pêche, 22 appontements et 3 marinas, répartis sur l'archipel. Le Grand port maritime de la Guadeloupe se divise en 5 sites :

- Le port de Jarry à Baie-Mahault, qui concentre 90 % du trafic de marchandises, effectue des échanges avec les autres îles des Caraïbes nord et sud, l'Europe et le continent américain. Les importations représentent ainsi environ 80 % du trafic de marchandises alors que les exportations restent limitées et dépendantes de la production locale ;
- Le port de Pointe-à-Pitre accueille essentiellement le trafic passager : croisières, trafic inter-îles, yachts et cabotage avec les autres îles de l'archipel. Le port peut accueillir de gros paquebots (par exemple le Queen Victoria) et enregistre 280 000

croisiéristes accueillis en 2016. Le site est également le lieu d'arrivées de courses transatlantiques telles que la Route du Rhum ;

- Le port de Basse-Terre accueille un trafic de fret, largement inférieur à celui de Jarry, ainsi que de passagers (principalement depuis les Saintes) et certaines escales de croisières ;
- Le site de Folle-Anse à Marie-Galante est utilisé pour les approvisionnements de l'île, ainsi que pour son exportation sucrière ;
- La marina de Bas-du-Fort est utilisée pour la plaisance (1 086 places).

L'archipel ne compte à l'heure actuelle qu'une seule ferme aquacole marine, située au large de Pointe-Noire, où l'Ombrine ocellée est élevée.



Figure 16 : Principaux flux maritimes et sites sensibles de Guadeloupe (les directions des flux maritimes sont estimées d'après www.marinetraffic.com).

Martinique

Douze ports sont répartis sur le littoral martiniquais. Dix d'entre eux accueillent des bateaux de pêche et quatre les plaisanciers. Le Grand port maritime de la Martinique regroupe le port de Fort-de-France, où s'effectue le trafic de marchandises et le transport de passagers (380 000 croisiéristes en 2017 et des liaisons inter-îles avec la Guadeloupe, la Dominique et Sainte-Lucie) et le port de Belfontaine qui reçoit les importations de fuel pour la

centrale électrique. Le port du Robert (pour les exportations de métal) et le port de Saint-Pierre (pour les exportations d'agré-gats) sont également des ports importants.

En 2017, on dénombrait 8 concessions aquacoles marines, dont seulement 3 actives, principalement sur les communes du Robert et du Carbet (Direction de la Mer Martinique, 2017). Une seule espèce est élevée : l'Ombre ocellée (*Sciaenops ocellatus*). La filière peine à se développer à cause de contraintes économiques, sanitaires et techniques.



Figure 17 : Principaux flux maritimes et sites sensibles de Martinique (les directions des flux maritimes sont estimées d'après www.marinetraffic.com).

Saint-Martin

L'île de St-Maarten/Saint-Martin dispose de quatre ports : deux en partie française, un en partie néerlandaise et un port sur la frontière franco-néerlandaise. Dans la partie française, le port de Galisbay est utilisé pour le trafic de marchandises et de produits pétroliers (41 %), et celui de Marigot pour le trafic de passagers. En 2016, le nombre d'escales de cargos au port de Galisbay s'établit à 1 612. Le port d'Oyster Pond (partagé par St-Martin et St-Maarten) est consacré au trafic de passagers inter-îles, essentiellement avec Saint-Barthélemy et Anguilla. Les infrastructures de la zone française n'étant pas adaptées pour accueillir le tourisme de masse, c'est le port de Phillipsburg, dans la partie

néerlandaise, qui est utilisé par la quasi-totalité des croisiéristes et pour les importations.

Avec environ 1,7 million de croisiéristes accueillis en 2016, l'île de St-Maarten/St-Martin reste l'une des destinations de croisière les plus prisées au monde. La plaisance représente également un pilier de l'activité touristique de l'île. Plus de 4 000 bateaux de plaisance ont fait escale à Marigot en 2016. Les points de mouillage sont nombreux et faciles d'accès. Avant le passage du cyclone Irma, 15 marinas étaient présentes sur l'île, dont 4 côté français et 11 côté néerlandais.

Il n'y a pas de sites d'aquaculture sur l'île.



Figure 18 : Principaux flux maritimes et sites sensibles de Saint-Martin (les directions des flux maritimes sont estimées d'après www.marinetraffic.com).

Saint-Barthélemy

Saint-Barthélemy ne compte qu'un seul point d'entrée par la mer, le port de Gustavia. Il accueille à la fois les passagers et les marchandises.

En 2016, 935 cargos ont fait escale, en provenance essentiellement des États-Unis et de France, dont certains ont transité par la Guadeloupe.

Concernant le trafic de passagers, les visiteurs arrivent par ferries (plusieurs compagnies maritimes assurent une liaison régulière avec Saint-Martin), par paquebots basés dans les ports des Antilles françaises, aux Îles Vierges américaines, à Miami, ou encore à Porto Rico, et par yachts. En 2016, le trafic de passagers était réparti de la manière suivante : 53,4 % par ferries, 26,3 % par paquebots et 20,3 % par la navigation de plaisance.

Il n'y a pas de marinas, ni de sites d'aquaculture sur l'île.

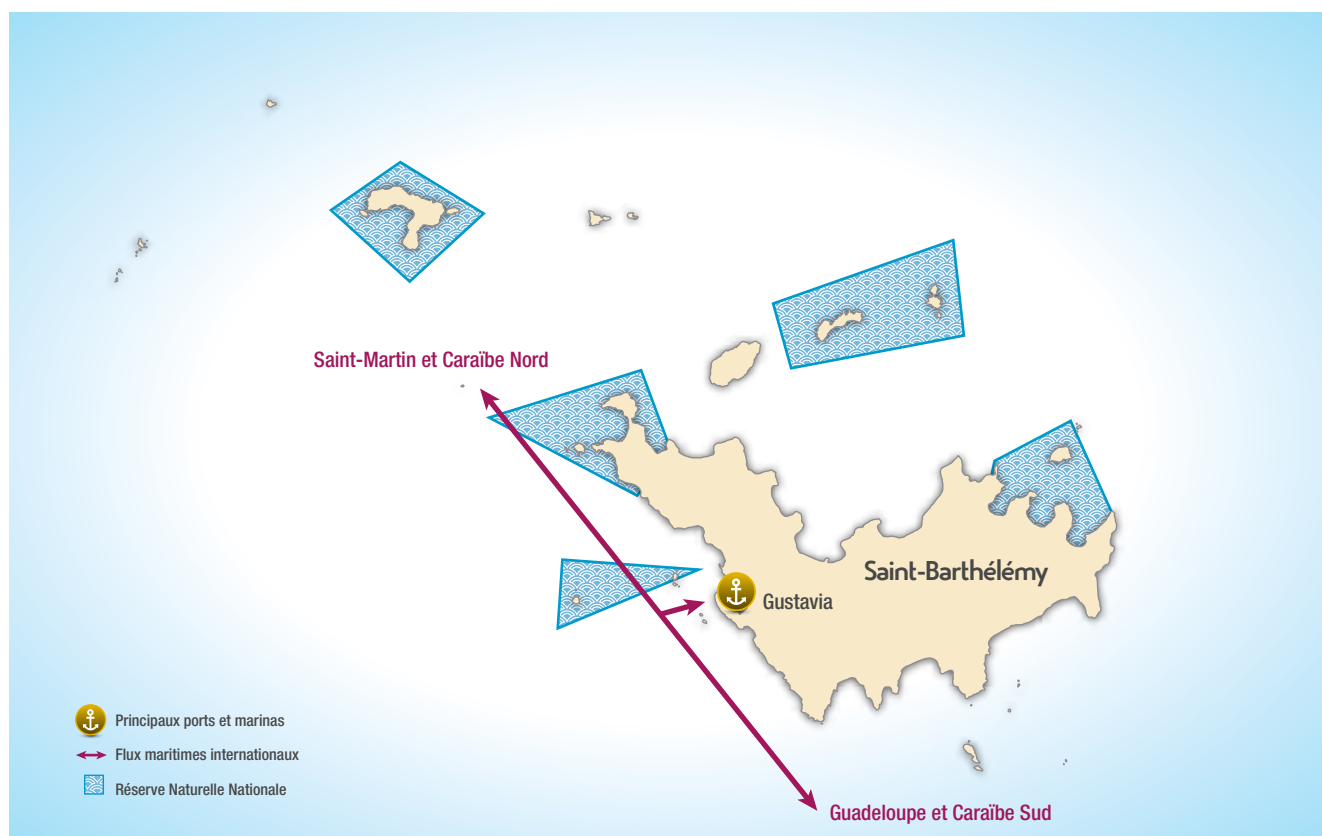


Figure 19 : Principaux flux maritimes et sites sensibles de Saint-Barthélemy (les directions des flux maritimes sont estimées d'après www.marinetraffic.com).

■ CONNAISSANCES ET GESTION

Les travaux scientifiques et les actions de surveillance et de gestion se concentrent principalement sur le Poisson-Lion et *Halo-phila stipulacea*.

Une stratégie de contrôle de l'invasion du Poisson-lion (2012-2015) a été développée conjointement par les DEAL de la Martinique et de la Guadeloupe, la collectivité de Saint-Martin et l'Agence territoriale pour l'environnement de Saint-Barthélemy. Elle a bénéficié de l'appui du CAR-SPAW, de l'Observatoire du milieu marin martiniquais et des comités des pêches de Guadeloupe et de Martinique. La stratégie consistait à :

- éliminer les individus observés ;
- équiper les acteurs locaux volontaires et les former ;

- étudier l'aspect sanitaire lié à la consommation du Poisson-lion (risque ciguaterique et pollution au chlordécone) ;
- étudier la répartition et la densité des poissons-lion et leur dynamique de colonisation des sites ;
- communiquer auprès du grand public et des acteurs socio-professionnels afin de rappeler le risque de piqure et la conduite à tenir.

Dans le cadre de l'appel à projets « Stratégie nationale pour la biodiversité » lancé en 2012 par le ministère chargé de l'écologie, deux projets relatifs à l'invasion du Poisson-lion ont été retenus et ont permis de poser les contours de sa stratégie de contrôle aux Antilles françaises.

En Guadeloupe, le projet visait à impliquer les pêcheurs et plongeurs dans la gestion. Des campagnes d'information et de prévention pour manipuler sans risque le poisson ont été organisées et des autorisations de pêche délivrées. Les pêcheurs et plongeurs ont été équipés de foënes, gants et ciseaux afin de manipuler le poisson, et des informations sur les risques sanitaires liés aux piqûres et sur les conséquences écologiques de sa présence ont été relayées auprès de la population. Les pêcheurs ont été également impliqués dans la transmission des informations sur les captures pour le suivi des populations. Une évaluation de l'impact économique du Poisson-lion a été conduite (Binet & Smidt, 2015).

En Martinique, le projet PoLiPA proposait un programme d'information et de mise en réseau des acteurs à l'échelle des Antilles françaises. Diverses études ont été réalisées sur le suivi des populations, les impacts du Poisson-lion et sur sa gestion possible. Des outils de communication ont été mis en place (dépliants, site internet, etc. (Figure 20)) et les plongeurs ont été formés et équipés pour la capture du poisson. La consommation du Poisson-lion est aujourd'hui encouragée en Guadeloupe et en Martinique, cependant sa chasse en plongée avec scaphandre autonome est interdite depuis le 1^{er} janvier 2017 en Martinique. Cette interdiction, en contradiction avec la stratégie de contrôle de l'invasion du Poisson-lion, intervient dans l'attente d'une révision de cette dernière, attendue depuis 2015.

Plus récemment, à Saint-Barthélemy, un projet BEST (2017-2018) avait pour objectif de répondre définitivement à la question de la comestibilité du Poisson-lion dans les eaux de l'île. L'espèce est en effet aujourd'hui interdite à la consommation et à la vente dans les îles du nord, car considérée comme ciguatoxique. Suite au passage de l'ouragan Irma sur l'île en 2017, le projet a dû être reporté.

La répartition et les impacts de la phanérogame *Halophila stipulacea* ont fait l'objet de plusieurs études (Carturan, 2011 ; Maréchal *et al.*, 2013 ; Moisan, 2014) mais les conséquences du remplacement des herbiers indigènes par des herbiers à *H.*



Figure 20 : Exemple de plaquette de sensibilisation sur le Poisson-lion.

stipulacea ne sont pas encore bien connues. Aucune mesure de gestion n'a pour le moment été prise pour limiter son expansion. L'organisation du mouillage des navires de plaisance, avec l'identification de zones propices et leur aménagement avec des mouillages permanents, apparaît comme prioritaire pour limiter la dispersion d' *H. stipulacea* en particulier, mais aussi du crabe *C. hellerii* (Esprit, 2017).

Il n'existe pas à ce jour d'action ou de réseau de veille et de surveillance concernant les autres espèces marines exotiques.

■ CADRE RÉGLEMENTAIRE

Guadeloupe, Martinique et Saint-Martin

La réglementation nationale s'applique dans ces trois collectivités.

Les articles L 411.5 à 411.10 du Code de l'environnement, modifiés par la Loi pour la reconquête de la biodiversité d'août 2016, visent à la prévention de l'introduction et de la propagation des espèces exotiques envahissantes. Des listes d'espèces dont l'introduction dans le milieu est interdite, qu'elle soit volontaire, par négligence ou par imprudence, sont fixées par arrêté conjoint du ministre chargé de la protection de la nature et du ministre chargé de l'agriculture ou, lorsqu'il s'agit d'espèces marines, du ministre chargé des pêches maritimes.

Les articles L 218 -82 et L. 218-83 du Code de l'environnement ont pour objectif de prévenir et réduire le déplacement d'organismes aquatiques nuisibles et pathogènes au moyen du contrôle et de la gestion des eaux de ballast et des sédiments des navires. Les navires pénétrant ou navigant dans les eaux sous souveraineté ou sous juridiction française sont tenus :

- soit de procéder au renouvellement des eaux de ballast ou de gérer les eaux de ballast et les sédiments au moyen d'équipements embarqués approuvés ;
- soit d'attester que les caractéristiques du navire et les conditions de l'escale ne les conduiront pas à déballaster dans les eaux sous souveraineté ou sous juridiction françaises.

Saint-Barthélemy

La collectivité de Saint-Barthélemy est compétente en matière d'environnement. L'article 911-3 du Code de l'environnement de la collectivité interdit l'introduction dans le milieu naturel, volon-

taire, par négligence ou par imprudence, des espèces exotiques dont la liste est fixée (Délibération du Conseil territorial n° 2016-021 CT du 13/05/2016). Les espèces marines ne figurent pas sur cette liste limitée actuellement aux mammifères, reptiles et amphibiens terrestres.

■ LES ESPÈCES EXOTIQUES ENVAHISSANTES MARINES DANS LA RÉGION CARAÏBE

Onze espèces exotiques présentant un caractère envahissant avéré ont été identifiées dans les pays ou régions voisines des Antilles françaises (Fig. 21 et Tab. 6). La présence de ces es-

pèces dans les collectivités françaises des Antilles n'est pas documentée à l'heure actuelle.

Type biologique	Espèce	Famille	Régions et Pays d'introduction	Vecteurs d'introduction probables
Faune				
Bryzoaire	<i>Amathia verticillata</i>	Bryozoa	Golfe du Mexique	B
Cnidaire - Méduse	<i>Phyllorhiza punctata</i>	Mastigiidae	Grandes Antilles, Caraïbe Sud-Ouest, Floride, Golfe du Mexique, Porto Rico	EB, B
Corail - Scléractiniaire	<i>Tubastraea micrantha</i>	Dendrophylliidae	Golfe du Mexique	B
Crustacé- Cirripèdes	<i>Amphibalanus eburneus</i>	Balanidae	Golfe du Mexique	
Mollusque - Bivalve	<i>Crassostrea virginica</i>	Ostreidae	Bahamas	AQC
	<i>Geukensia demissa</i>	Mytilidae	Caraïbe Sud, Mexique	EB, B AQC, DN
	<i>Mytella charruana</i>	Mytilidae	Floride	EB, B
	<i>Perna perna</i>	Mytilidae	Floride, Golfe du Mexique	EB, DN
	<i>Perna viridis</i>	Mytilidae	Floride, Jamaïque, Trinidad	
	<i>Teredo bartschi</i>	Teredinidae	Floride, Golfe du Mexique	B
Poisson	<i>Pomacanthus xanthurus</i>	Pomacanthidae	Floride, Bahamas	

B = biofouling ; EB = eaux de ballast ; AQC = aquaculture ; DN = dispersion naturelle.
Principales sources : Debrot *et al.*, 2011 ; Fofonoff *et al.*, 2003 ; ISSG, 2015 ; Molnar *et al.*, 2008 ; Pagad *et al.*, 2017.

Tableau 6 : Principales espèces exotiques envahissantes marines recensées dans la région Caraïbe.

Parmi les espèces préoccupantes dans la région, la Moule brune (*Perna perna*) a été introduite depuis l'Amérique du Sud dans le Golfe du Mexique, où elle est considérée comme une sérieuse compétitrice avec les espèces indigènes et susceptible de créer une nuisance importante liée aux biosalissures sur des équipements de navigation.

Toujours dans le Golfe du Mexique, la méduse *Phyllorhiza punctata* serait responsable du déclin de populations de poissons et de fruits de mer, en raison de son importante consommation d'œufs et de larves. Elle est également susceptible de bloquer les systèmes de pompage d'eau de mer et de se prendre dans les filets de pêche.

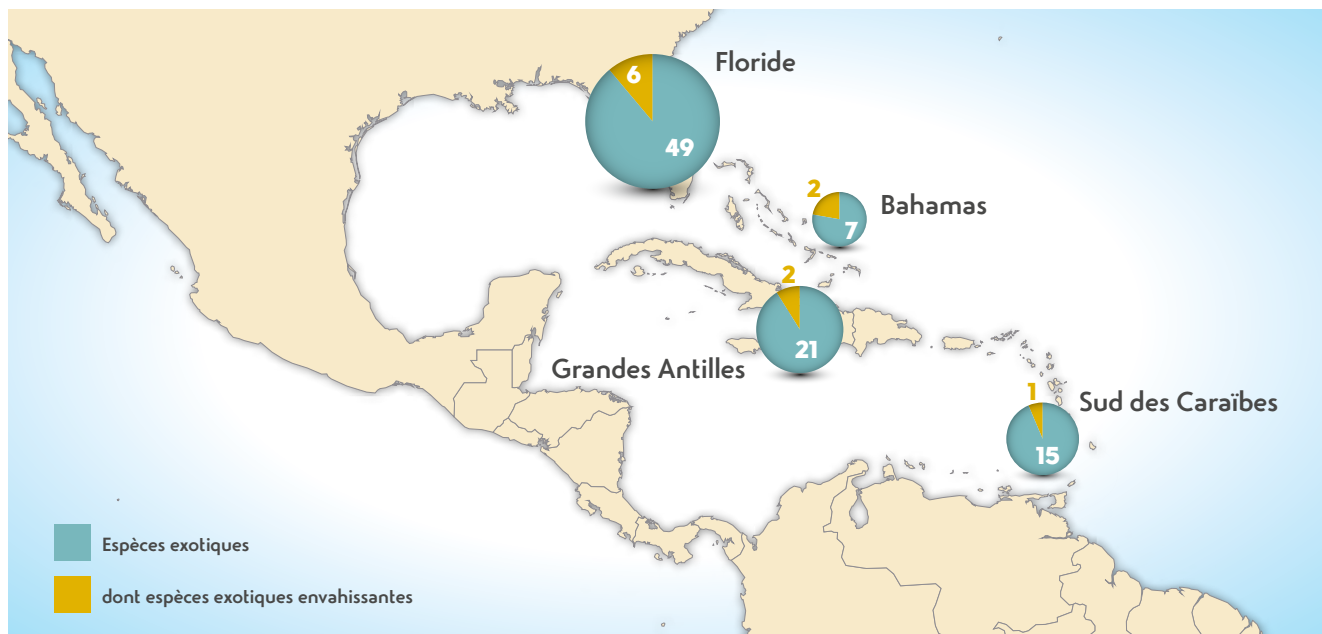


Figure 21 : Nombre d'espèces exotiques et d'espèces exotiques envahissantes marines recensées dans différentes régions des Caraïbes.

■ COOPÉRATION RÉGIONALE

La convention de Carthagène a été adoptée en mars 1983 à Cartagena de Indias (Colombie) par les États de la Caraïbe pour la protection et la mise en valeur de la mer des Caraïbes. C'est le seul traité régional concernant l'environnement qui protège les écosystèmes marins et côtiers tout en promouvant la coopération régionale. La France y est représentée par la Guyane et les Antilles françaises. La convention est déclinée en trois protocoles opérationnels thématiques. Le protocole SPAW (*Special-ly Protected Areas and Wildlife*) concerne plus particulièrement la biodiversité marine et côtière et a pour objectif la protection, la préservation et la gestion durable des zones qui présentent une valeur écologique particulière, ainsi que la protection des espèces sauvages menacées ou en voie d'extinction et la gestion durable des espèces. La coordination du protocole SPAW est assurée par un Centre d'activité régional (CAR) hébergé par la DEAL de Guadeloupe.

Pour répondre à l'invasion du Poisson-lion et à ses impacts sur les récifs coralliens et les communautés locales, l'ICRI, lors de sa 24^e assemblée générale (2010) a souhaité mettre en place un comité régional pour l'élaboration d'une stratégie régionale de contrôle du Poisson-lion dans la Caraïbe (Fig. 22). Ce comité s'est notamment appuyé sur les efforts déployés par le CAR-SPAW, le gouvernement du Mexique et sa commission des aires protégées (CONANP), le gouvernement des États-Unis et l'Administration nationale des affaires océaniques et atmosphériques (NOAA), Reef Check République Dominicaine, le Centre international pour les biosciences agricoles (CABI) et la Fondation pour l'éducation environnementale sur les récifs (REEF). La stratégie a été publiée en 2013 (Gómez Lozano *et al.*, 2013).

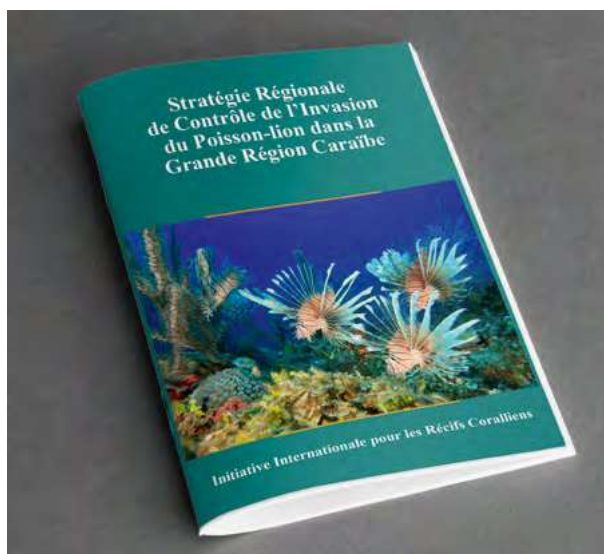


Figure 22 : La stratégie régionale de contrôle du Poisson-lion dans la Caraïbe.

Lors de la 14^{ème} conférence des Parties de la convention de Carthagène qui s'est tenue en Guyane en mars 2017, les États se sont engagés à encourager le contrôle des espèces marines envahissantes par l'amélioration de la surveillance, et de la capacité d'intervention et de réponse, et par la mise en œuvre de la convention internationale pour le contrôle et la gestion des eaux de ballast et sédiments des navires (déclaration de Cayenne, 17 mars 2017)¹⁶.

16 • https://www.icriforum.org/sites/default/files/Declaration_de_Cayenne_mars2017.pdf

LA GUYANE FRANÇAISE



■ BILAN DES ESPÈCES EXOTIQUES MARINES

Trois espèces exotiques, une ascidie, un crustacé décapode et un échinoderme, ont été recensées dans les eaux de Guyane (Tab. 7). La présence du Poisson-lion a été observée jusqu'au Brésil, cependant il ne semble pas s'être installé en Guyane du fait de l'absence d'écosystèmes favorables (Ferreira *et al.*, 2015).

Type biologique	Espèce	Famille	Régions natives probables	Vecteurs d'introduction probables
Faune				
Ascidie	<i>Didemnum psammotodes</i>	Didemnidae	Indo-Pacifique	EB, B, AQC
Crustacé - Décapode	<i>Charybdis hellerii</i>	Portunidae	Indo-Pacifique	EB
Echinoderme-Ophiure	<i>Ophiothela mirabilis</i>	Ophiotrichidae	Pacifique	EB, B

B = biofouling ; EB = eaux de ballast ; AQC = aquaculture.
Principales sources : Gargominy *et al.*, 2018 ; Pagad *et al.*, 2017 ; Tavares & Amouroux 2003 ; Hendler & Brugneaux 2013.

Tableau 7 : Espèces exotiques marines recensées en Guyane.

■ IMPACT DES ESPÈCES EXOTIQUES MARINES

Les impacts des espèces exotiques ne sont pas documentés localement.

Charybdis hellerii est un crabe omnivore territorial qui se nourrit souvent d'autres petits crabes et il pourrait entrer en compétition pour la nourriture et l'habitat avec d'autres crabes indigènes (Ferry *et al.*, 2017). Il est également un hôte potentiel du virus du syndrome de la tache blanche (WSSV) qui peut affecter d'autres espèces de décapodes (Tavares & Amouroux, 2003).



Le crabe *Charybdis hellerii* © U.S. Geological Survey

■ VECTEURS D'INTRODUCTION ET PRINCIPAUX SITES À ENJEUX

Vecteurs d'introduction

Les trois espèces exotiques dont la présence est documentée en Guyane auraient été introduites par le transport maritime. Le crabe *Charybdis hellerii*, détecté en 2001, serait arrivé en Guyane française via le trafic maritime côtier avec le Venezuela (Tavares & Amouroux, 2003). Il est possible que cette espèce envahisse d'autres régions depuis le port de Cayenne où des eaux de ballast sont pompées. L'ophiure *Ophiothela mirabilis* serait également arrivée par les eaux de ballast depuis les eaux brésiliennes (Hendler & Brugneaux, 2013). L'origine de l'introduction de l'ascidie *Didemnum psammotodes* n'est pas connue.

Contexte économique et sites à enjeux

Le Grand port maritime de Guyane est séparé en deux sites : le port de commerce de Dégrad-des-Cannes à Rémire-Montjoly, qui accueille également des navires de plaisance, et le port de Paria-cabo, à Kourou, pour le fret spatial. Le trafic maritime est réalisé principalement avec l'Europe, le Brésil et les Antilles. Le vieux port de Cayenne accueille les navires de pêche. Un projet de plateforme portuaire offshore au large du plateau des Guyanes est en préparation. Prévu pour 2030, il permettrait à la Guyane de s'affranchir des limitations du tirant d'eau du port actuel (7 m maximum) dans le but de devenir un véritable hub maritime dans la région.

Il n'existe pas à l'heure actuelle de sites d'aquaculture marine en Guyane, mais des activités aquacoles sont en projet sur la future plateforme offshore.

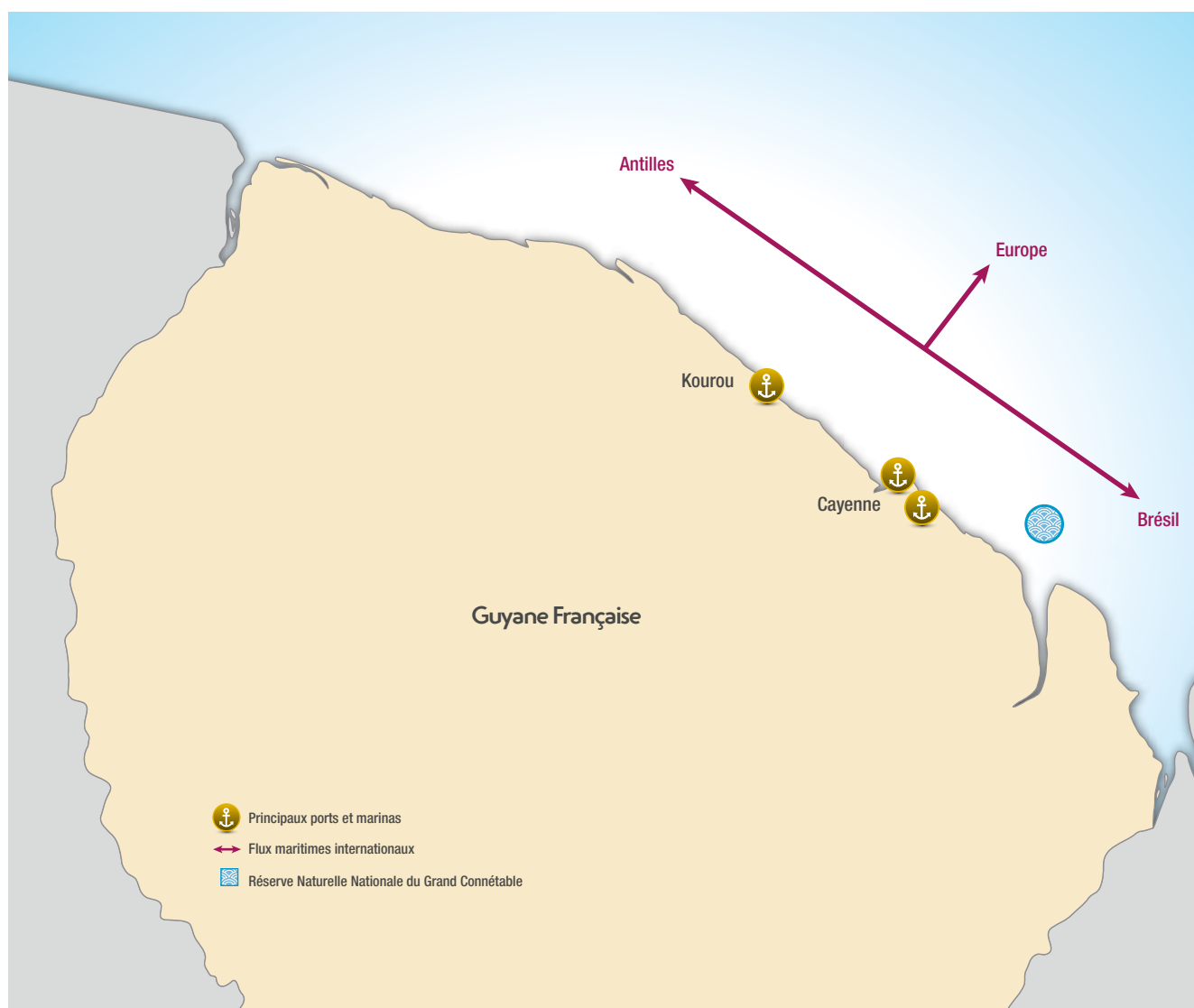


Figure 23 : Principaux flux maritimes et sites sensibles de Guyane (les directions des flux maritimes sont estimées d'après www.marinetraffic.com).

■ CONNAISSANCES ET GESTION

Les espèces exotiques marines ne font pas l'objet de mesures de gestion ou d'études particulières en Guyane. Le plan de gestion 2013-2017 de la réserve naturelle du Grand Connétable ne traite pas du risque des invasions biologiques marines.

■ CADRE RÉGLEMENTAIRE

La réglementation nationale s'applique en Guyane.

Les articles L 411.5 à 411.10 du Code de l'environnement, modifiés par la Loi pour la reconquête de la biodiversité d'août 2016, visent à la prévention de l'introduction et de la propagation des espèces exotiques envahissantes. Des listes d'espèces dont l'introduction dans le milieu est interdite, qu'elle soit volontaire, par négligence ou par imprudence, sont fixées par arrêté conjoint du ministre chargé de la protection de la nature et du ministre chargé de l'agriculture ou, lorsqu'il s'agit d'espèces marines, du ministre chargé des pêches maritimes.

Les articles L 218 -82 et L. 218-83 du Code de l'environnement ont pour objectif de prévenir et réduire le déplacement d'organismes aquatiques nuisibles et pathogènes au moyen du contrôle et de la gestion des eaux de ballast et des sédiments des navires. Les navires pénétrant ou navigant dans les eaux sous souveraineté ou sous juridiction française sont tenus :

- soit de procéder au renouvellement des eaux de ballast ou de gérer les eaux de ballast et les sédiments au moyen d'équipements embarqués approuvés
- soit d'attester que les caractéristiques du navire et les conditions de l'escale ne les conduiront pas à débarrasser dans les eaux sous souveraineté ou sous juridiction française.

■ ESPÈCES EXOTIQUES ENVAHISSANTES MARINES DANS LA RÉGION AMAZONIENNE

Neuf espèces exotiques présentant un caractère envahissant avéré ont été identifiées dans des pays voisins de la Guyane, principalement le Brésil (Tab. 8). Leur présence en Guyane n'est pas documentée à l'heure actuelle.

Type biologique	Espèce	Famille	Régions et Pays d'introduction	Vecteurs d'introduction probables
Faune				
Ascidie	<i>Styela plicata</i>	Styelidae	Brésil, Venezuela	
Corail - Scléractiniaire	<i>Tubastraea coccinea</i>	Dendrophylliidae	Brésil, Venezuela	B
	<i>Tubastraea tagusensis</i>	Dendrophylliidae	Brésil	B
Hydraire	<i>Cordylophora caspia</i>	Filifera	Brésil	EB, B, ACQ
Mollusque - Bivalve	<i>Isognomon bicolor</i>	Pteriidae	Brésil	
	<i>Myoforceps aristatus</i>	Mytilidae	Brésil	
Flore				
Algue verte	<i>Caulerpa scalpelliformis</i>	Caulerpaceae	Brésil	
Algue unicellulaire	<i>Alexandrium tamarense</i>	Gonyaulacaceae	Brésil	EB
	<i>Coscinodiscus wailesii</i>	Coscinodiscaceae	Brésil	EB

B = biofouling ; EB = eaux de ballast ; ACQ = aquaculture.
Principales sources : Fofonoff *et al.*, 2003 ; ISSG, 2015 ; Molnar *et al.*, 2008 ; Pagad *et al.*, 2017.

Tableau 8 : Principales espèces exotiques envahissantes marines dans la région amazonienne.

Tubastraea coccinea (« orange-cup coral » en anglais) est une espèce corallienne originaire de la région Indo-Pacifique, aujourd'hui largement répandue dans le reste du monde. *Tubastraea tagusensis*, originaire des Galápagos, a une répartition beaucoup plus réduite. Dépourvus de zooxanthelles, ces coraux ne dépendent pas directement de la lumière du soleil pour se développer. Ils ne construisent pas de structure calcaire et se fixent directement sur des substrats durs. Ils peuvent dominer les habitats récifaux, au détriment des spongiaires et des autres coraux indigènes (Creed *et al.*, 2017 ; Da Silva *et al.*, 2014). Ils peuvent également causer une gêne pour les activités humaines en se fixant sur les structures artificielles. Les espèces du genre *Tubastraea* sont considérées comme envahissantes au Brésil, dans les Caraïbes et en Floride.

L'hydraire *Condyllophora caspia* pourrait avoir un impact important en termes de biofouling sur les substrats durs. Les impacts potentiels des autres espèces introduites ne sont pas connus.



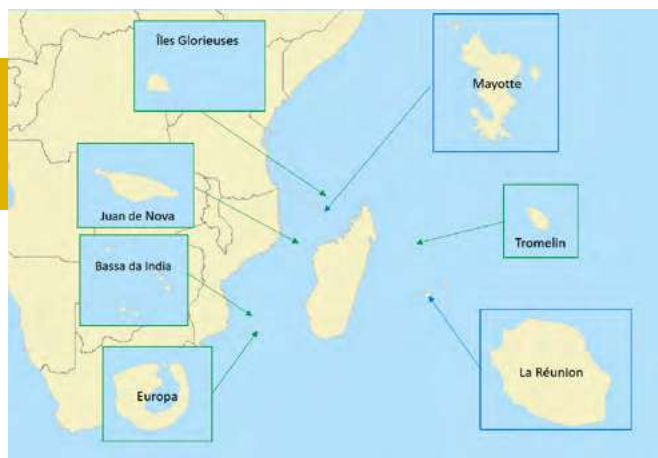
Le corail *Tubastraea coccinea* © JJ. Hornung

■ COOPÉRATION RÉGIONALE

Pas de cadre de coopération régionale connu sur les invasions biologiques marines.

LES COLLECTIVITÉS DE L'Océan Indien

BILAN ET IMPACT DES ESPÈCES EXOTIQUES MARINES



Cinq espèces exotiques ont été recensées dans les eaux réunionnaises, trois dans les eaux de Mayotte et aucune dans les îles Eparses (Tab. 9). Aucune d'entre elles n'est pour le moment considérée comme envahissante et leurs impacts ne sont pas documentés.

Type biologique	Espèce	Famille	Régions natives probables	Vecteurs d'introduction probables	La Réunion	Mayotte
Faune						
Mollusque-Bivalve	<i>Acar plicata</i>	Arcidae	Indo-Pacifique	EB	P	P
	<i>Ostrea edulis</i>	Ostreidae	Atlantique Nord-Est		P	
Poisson	<i>Rachycentron canadum</i>	Rachycentridae	Golfe du Mexique	AQC	P	P
	<i>Sciaenops ocellatus</i>	Sciaenidae		AQC	P	P
Flore						
Algue rouge	<i>Asparagopsis taxiformis</i> (lignée L2)	Bonnemaisoniaceae			P	

EB = eaux de ballast ; AQC = aquaculture ; P = espèce présente.
Principales sources : Caceres & Decalf, 2015 ; Letourneur *et al.*, 2004 ; Molnar *et al.*, 2008.

Tableau 9 : Espèces exotiques marines recensées dans les collectivités de l'océan Indien.

VECTEURS D'INTRODUCTION ET PRINCIPAUX SITES À ENJEUX

Vecteurs d'introduction

Les vecteurs d'introduction ne sont pas connus précisément sauf pour les deux espèces de poissons élevées en aquaculture et observées dans le milieu naturel, l'Ombrine ocellée (*Sciaenops ocellatus*) et le Cobia (*Rachycentron canadum*). A La Réunion, les premiers signalements de ces espèces datent de 2004 (Letourneur *et al.*, 2004). En 2015, des tonnes d'ombrines se sont échappées des cages de l'élevage aquacole de Longoni, à Mayotte, probablement à la suite d'une attaque de requin (Caceres & Decalf, 2015).



Rachycentron canadum © NOAA

La répartition géographique de lignée L2 d'*Asparagopsis taxiformis*, présente à La Réunion, ne peut s'expliquer que par des introductions liées aux activités humaines (Dijoux *et al.*, 2014). Cette hypothèse est confortée par les observations récentes de cette espèce (en 2010 à Boucan-Canot) dans des zones très localisées (Saint Leu et Saint Gilles), alors qu'elle n'a pas été décrite lors des inventaires précédents (M. Zubia, com. pers, 2018).

Contexte économique et sites à enjeux

Les données économiques sont issues des rapports annuels publiés par l'IEDOM¹⁷

La Réunion

Le Grand port maritime de La Réunion ou Port Réunion constitue une escale pour plusieurs lignes maritimes reliant l'Afrique (dont l'Afrique du Sud) et l'Asie. Depuis 2016, Port Réunion se positionne comme un hub de transbordement régional. Il devient en 2017 le premier port de l'outre-mer français, devant ceux de Nouméa (5,3 millions de tonnes), de la Guadeloupe (3,7 millions de tonnes) et de la Martinique (3,1 millions de tonnes), et se situe également au 9^e rang des ports français.

La Réunion est le centre névralgique de l'organisation de la pêche dans l'océan Indien : grande pêche industrielle dans les TAAF et pêche à la palangre dans les îles Eparses, à Madagascar et Maurice.

Le trafic de passagers est limité : 32 paquebots ont fait escale au Port en 2016.

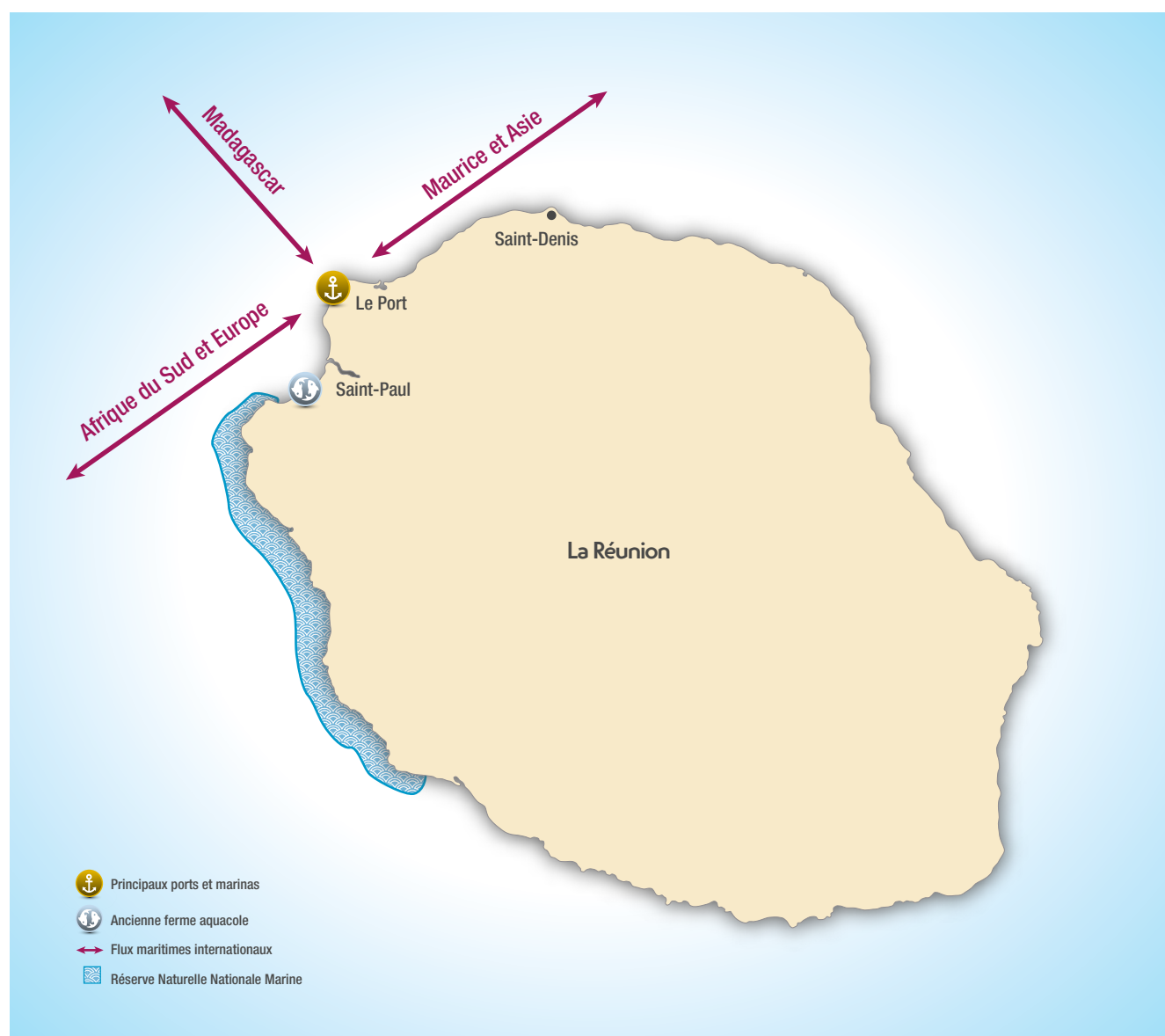


Figure 24 : Principaux flux maritimes et sites sensibles de La Réunion (les directions des flux maritimes sont estimées d'après www.marinetraffic.com).

17 • Institut d'émission des départements d'outre-mer. www.iedom.fr

Mayotte

Le port de commerce de Mayotte est situé à Longoni, au nord de Grande Terre. Il accueille principalement des bateaux venus d'Afrique du Sud ou de Madagascar, à destination de l'Europe ou l'Asie. Le port de Dzaoudzi, en Petite Terre, accueille la plaisance et la pêche. Le trafic de passagers s'effectue principalement en direction des Comores, et on compte peu de bateaux de croisières (6 ont accosté à Mayotte en 2016).

L'élevage aquacole, centré sur la production d'ombrines (*Sciaenops ocellatus*), est interrompu depuis plusieurs années. Il existe également un élevage de Dorade gueule pavée (*Rhabdosargus sarba*) dont la production est anecdotique.

Iles Eparses

Les îles Eparses sont relativement préservées des pressions anthropiques du fait de leur isolement. Elles ne possèdent que des zones de mouillages. La desserte des îles se fait via le Marion Dufresne (passagers, fret et fuel) à partir de l'île de La Réunion. Le canal du Mozambique est néanmoins une zone où le trafic maritime de pétroliers est l'un des plus denses au monde.

Une importante activité touristique, principalement des plaisanciers et charters touristiques en provenance de Mayotte, se développe autour du banc du Geyser. Cette zone du Parc naturel marin des Glorieuses présente un véritable attrait pour les plongeurs sous-marins. Elle attire par ailleurs les chasseurs récréatifs, les pêcheurs « au gros » en provenance d'Afrique du Sud ainsi que les pêcheurs industriels, qui viennent pratiquer illégalement ces activités, la réglementation en vigueur interdisant tout type de pêche dans un rayon de 10 milles nautiques autour du banc du Geyser.

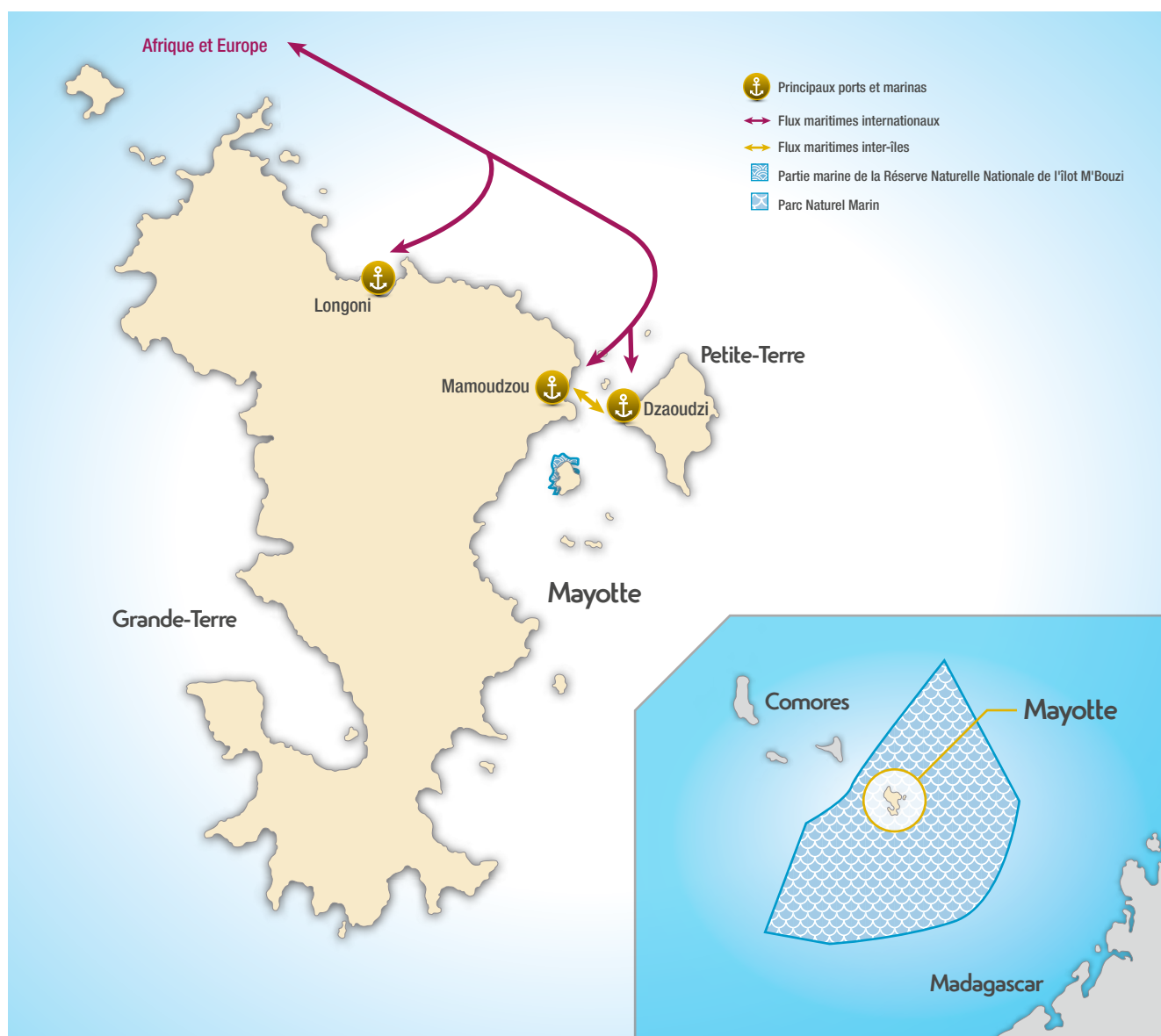


Figure 25 : Principaux flux maritimes et sites sensibles de Mayotte (les directions des flux maritimes sont estimées d'après www.marinetraffic.com).

■ CONNAISSANCE ET GESTION

La Réunion

Une stratégie de lutte contre les EEE à La Réunion regroupe depuis 2010 l'ensemble des partenaires locaux (administrations et établissements publics, collectivités, associations naturalistes, groupements socioprofessionnels). Elle est mise en œuvre au travers d'un programme opérationnel de lutte d'une durée de quatre ans.

Le groupe espèces invasives de La Réunion (GEIR)¹⁸, coordonné par la DEAL de La Réunion, réunit 21 structures, dont la Réserve naturelle marine. Son rôle est de favoriser la coordination des acteurs locaux, la planification et la mise en œuvre de la stratégie de lutte contre les espèces invasives à La Réunion.

En l'absence de cas d'invasions biologiques marines sévères, le sujet ne fait pas l'objet d'une attention particulière.

Mayotte

La gestion des EEE s'inscrit dans le cadre d'une stratégie territoriale coordonnée par la DEAL de Mayotte et mobilisant l'ensemble des acteurs locaux. La stratégie cible uniquement le milieu terrestre.

Le réseau TsiŌno, mis en place en 2015 par l'Agence des aires marines protégées et le Parc naturel marin de Mayotte, est un projet de sciences participatives qui invite le grand public à participer à l'acquisition de connaissances sur les eaux mahoraises. L'un des volets est consacré à la détection d'espèces marines invasives et cible principalement le risque de pullulations de l'étoile de mer cryptogène *Acanthaster planci*. La plateforme en



Outils de sciences participatives mises en place par le réseau TsiŌno www.tsiono.fr
© Agence française pour la biodiversité – parc naturel marin de Mayotte

ligne met à disposition des fiches d'observations à remplir lors de sorties sur le terrain. Les informations sont ensuite validées et analysées par le Parc naturel marin de Mayotte.

Iles Eparses

La protection du patrimoine naturel marin, notamment par une surveillance maritime adaptée aux enjeux et la sensibilisation des acteurs et des usagers, figure parmi les orientations de gestion du Parc naturel marin des Glorieuses¹⁹. L'amélioration des connaissances de la biodiversité marine est l'un des objectifs de son programme d'actions.

■ CADRE RÉGLEMENTAIRE

La Réunion et Mayotte

La réglementation nationale s'applique à La Réunion et à Mayotte.

Les articles L 411.5 à 411.10 du Code de l'environnement, modifiés par la Loi pour la reconquête de la biodiversité d'août 2016, visent à la prévention de l'introduction et de la propagation des espèces exotiques envahissantes. Des listes d'espèces dont l'introduction est interdite dans le milieu, qu'elle soit volontaire, par négligence ou par imprudence, sont fixées par arrêté conjoint du ministre chargé de la protection de la nature et du ministre chargé de l'agriculture ou, lorsqu'il s'agit d'espèces marines, du ministre chargé des pêches maritimes.

Les articles L 218 -82 et L. 218-83 du Code de l'environnement ont pour objectif de prévenir et réduire le déplacement d'organismes aquatiques nuisibles et pathogènes au moyen du contrôle et de la gestion des eaux de ballast et des sédiments

des navires. Les navires pénétrant ou navigant dans les eaux sous souveraineté ou sous juridiction française sont tenus :

- soit de procéder au renouvellement des eaux de ballast ou de gérer les eaux de ballast et les sédiments au moyen d'équipements embarqués approuvés ;
- soit d'attester que les caractéristiques du navire et les conditions de l'escale ne les conduiront pas à déballaster dans les eaux sous souveraineté ou sous juridiction françaises.

Iles Eparses

Les îles Eparses forment le cinquième district des TAAF. Le mouillage et l'accès aux îles est soumis à l'autorisation préalable du préfet, administrateur supérieur des TAAF, et à un certain nombre de prescriptions encadrant les activités d'écotourisme²⁰.

L'arrêté n° 2010-151 du 9 décembre 2010 interdit la pêche dans les eaux territoriales des îles Eparses et dans les 10 milles marins autour du banc du Geyser.

18 • www.especesinvasives.re

19 • Décret n° 2012-245 du 22 février 2012 portant création du parc naturel marin des Glorieuses

20 • Arrêté n° 2014-39 du 25 mars 2014 portant prescriptions et encadrant les activités d'écotourisme dans les eaux des îles Europa, Bassas da India, Juan de Nova et Glorieuses

■ LES ESPÈCES EXOTIQUES ENVAHISSANTES MARINES DANS LA RÉGION OUEST DE L'Océan Indien

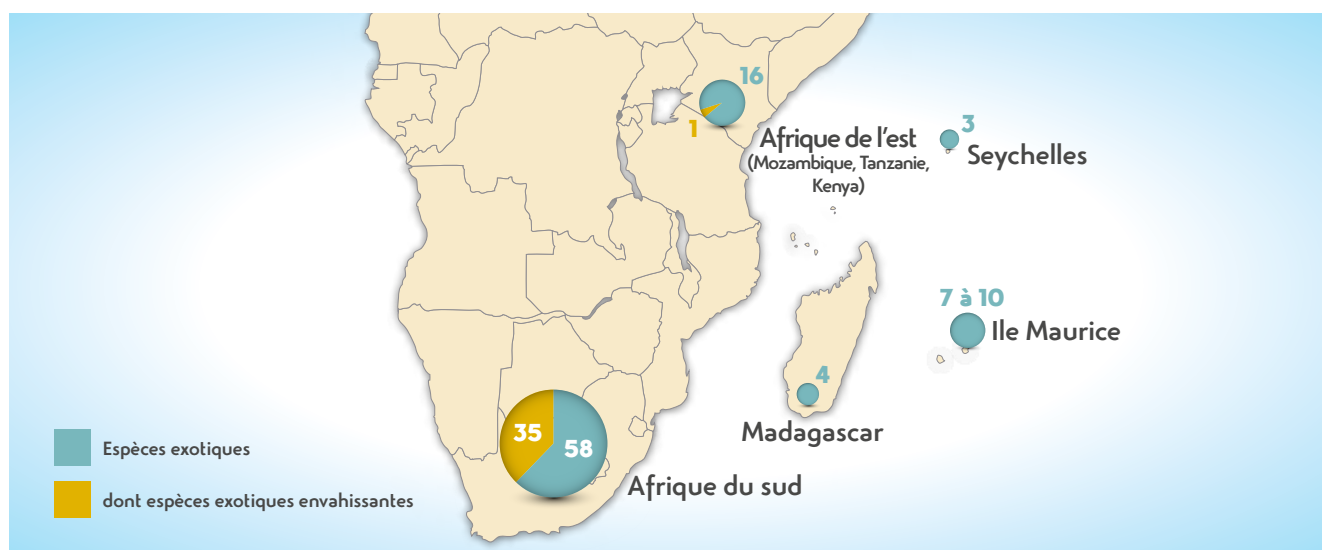


Figure 26 : Nombre d'espèces exotiques et d'espèces exotiques envahissantes marines recensées dans les pays voisins des collectivités françaises de l'océan Indien.

Trente-trois EEE marines ont été recensées dans le Sud-Ouest de l'océan Indien, principalement en Afrique du Sud (Fig. 26 et Tab. 10).

Les espèces *Ficopomatus enigmaticus*, *Ciona robusta*, *Ascidia sydneiensis*, *Mytilus galloprovincialis*, *Littorina saxatilis* sont celles qui présentent le plus fort impact écologique potentiel. Présent en forte densité, l'annélide *Ficopomatus enigmaticus* peut entraîner un épuisement des ressources planctoniques, et représente également une nuisance par les biosalissures créées sur les infrastructures humaines. Les ascidies, à l'image d'*Ascidia sydneiensis* et de *Ciona robusta*, toutes deux envahissantes en Afrique du Sud, peuvent créer des biosalissures importantes sur les infrastructures humaines et également entrer en compétition avec les espèces fixées indigènes. La Moule de Méditerranée (*Mytilus galloprovincialis*) présente une croissance rapide et une tolérance importante à l'exondation, ce qui lui permet de supplanter les espèces indigènes quant au gastéropode *Littorina*



Littorina saxatilis © Eموke Dènes

saxatilis, il affecte la dynamique des blooms d'algues et exerce une forte prédation sur les juvéniles de coquillages.

■ COOPÉRATION RÉGIONALE

La Convention de Nairobi ne contient pas d'articles spécifiques traitant des EEE marines. L'article 7 de son protocole relatif aux zones protégées ainsi qu'à la faune et la flore sauvages dans la région de l'Afrique orientale stipule néanmoins que « Les Parties contractantes prennent toutes les mesures appropriées pour interdire l'introduction intentionnelle ou accidentelle d'espèces non autochtones ou nouvelles qui risquent d'entraîner des changements importants ou nuisibles dans la région de l'Afrique orientale ».

La coopération régionale avec les pays de l'océan Indien évolue dans le cadre de la Commission de l'océan Indien (COI) qui regroupe Madagascar, les Comores, l'île Maurice, les Seychelles et

La Réunion. Des initiatives régionales sont lancées à l'image du projet « biodiversité » financé par l'UE et coordonné par la COI. Les pays bénéficiaires sont les Comores, le Kenya, Madagascar, l'île Maurice, les Seychelles et la Tanzanie. La Réunion participe avec ses propres ressources. Dans le cadre de ce projet, la commission a organisé en mai 2016 un atelier régional sur les espèces marines non-indigènes et leur gestion. Les participants ont notamment appelé à l'élaboration d'une stratégie régionale sur les espèces marines envahissantes afin de promouvoir la mise en œuvre, ou la révision, de l'article 7 du protocole relatif aux zones protégées ainsi qu'à la faune et la flore sauvages dans la région de l'Afrique orientale.

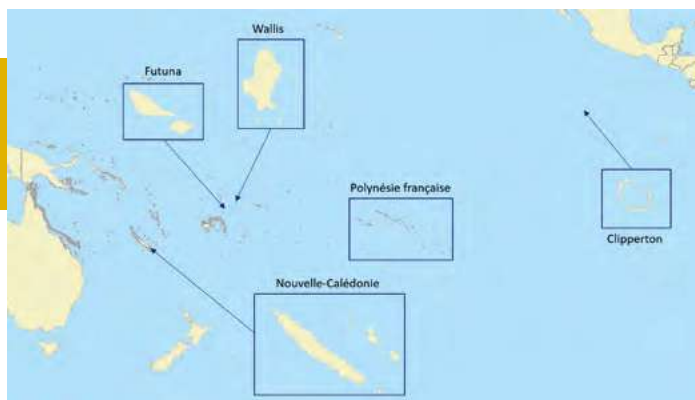
Type biologique	Espèce	Famille	Pays d'introduction	Vecteurs d'introduction probables
Faune				
Annélide	<i>Ficopomatus enigmaticus</i> <i>Neodexiospira brasiliensis</i>	Serpulidae Serpulidae	Afrique du Sud Afrique du Sud	EB, B, AQC EB, TOV
Ascidie	<i>Ascidia sydneiensis</i> <i>Asterocarpa humilis</i> <i>Botryllus schlosseri</i> <i>Ciona robusta</i> <i>Clavelina lepadiformis</i> <i>Diplosoma listerianum</i> <i>Microcosmus squamiger</i> <i>Styela plicata</i>	Asciidiidae Styelidae Styelidae Cionidae Clavelinidae Didemnidae Pyuridae Styelidae	Afrique du Sud Afrique du Sud Afrique du Sud Afrique du Sud Afrique du Sud Afrique du Sud Afrique du Sud Madagascar, Ile Maurice, Kenya, Seychelles, Afrique du Sud	B EB, B, AQC B, TOV, RS EB, B EB, B, AQC
Brachiopode	<i>Discinisca tenuis</i>	Discinidae	Afrique du Sud	
Bryozoaire	<i>Bugula neritina</i> <i>Cryptosula pallasiana</i>	Bugulidae Cryptosulidae	Seychelles, Kenya, Afrique du Sud Afrique du Sud	EB, B, P EB, B, AQC, DN
Crustacé - Amphipode	<i>Cerapus tubularis</i> <i>Chelura terebrans</i> <i>Jassa morinoi</i> <i>Jassa slatteryi</i> <i>Platorchestia platensis</i>	Ischyroceridae Cheluridae Ischyroceridae Ischyroceridae Talitridae	Afrique du Sud Afrique du Sud Afrique du Sud Afrique du Sud Afrique du Sud	EB, B B
Crustacé - Cirripède	<i>Amphibalanus venustus</i> <i>Balanus glandula</i>	Balanidae Balanidae	Afrique du Sud, Mozambique Afrique du Sud	
Crustacé - Décapode	<i>Ammothella appendiculata</i>	Ammotheidae	Afrique du Sud	
Crustacé - Isopode	<i>Dynamene bidentata</i>	Sphaeromatidae	Afrique du Sud	
Hydraire	<i>Pennaria disticha</i>	Pennariidae	Afrique du Sud	B
Mollusque - Bivalve	<i>Crassostrea gigas</i> <i>Lyrodus pedicellatus</i> <i>Mytilus galloprovincialis</i> <i>Semimytilus alcosus</i> <i>Teredo navalis</i>	Ostreidae Teredinidae Mytilidae Mytilidae Teredinidae	Afrique du Sud Afrique du Sud Afrique du Sud Afrique du Sud Afrique du Sud	AQC EB, B, TOV, DN B, DN
Mollusque - Gastéropode	<i>Littorina saxatilis</i>	Littorinidae	Afrique du Sud	TOV, DN
Spongiaire	<i>Suberites ficus</i>	Subertidae	Afrique du Sud	B, AQC
Flore				
Algue rouge	<i>Antithamnionella spirographidis</i>	Ceramiceae	Afrique du Sud	
Algue verte	<i>Cladophora prolifera</i> <i>Codium fragile</i> (ssp. <i>tomentosoides</i>)	Cladophoraceae Codiaceae	Afrique du Sud Afrique du Sud	B, AQC, DN

B = biofouling ; EB = eaux de ballast ; AQC = aquaculture ; TOV = transport d'organismes vivants ; RS = recherche scientifique ; P = pêche ; DN = dispersion naturelle.
Principales sources : Awad, 2015 ; Awad et Jackson, 2015 ; Fofonoff *et al.*, 2003 ; ISSG, 2015 ; Molnar *et al.*, 2008 ; Pagad *et al.*, 2017.

Tableau 10 : Principales espèces exotiques envahissantes marines dans le Sud-Ouest de l'océan Indien.

LES COLLECTIVITÉS DU PACIFIQUE

■ BILAN DES ESPÈCES EXOTIQUES MARINES



Trente et une espèces exotiques sont recensées en Polynésie française et onze en Nouvelle-Calédonie. (Tab. 11). Aucune espèce exotique marine n'a pour le moment été signalée sur les îles de Wallis-et-Futuna et à Clipperton.

Les données restent incertaines pour plusieurs espèces. Une analyse génétique serait par exemple nécessaire pour confirmer la présence en Polynésie française d'*Avrainvillea amadelpha* qui se confond avec l'espèce locale *A. lacerata*. Un seul spécimen de l'ascidie *Polycarpa maculata*, dont l'identification reste à confirmer, aurait été observé à Tahiti (C. Payri, com. pers., 2017).

Type biologique	Espèce	Famille	Régions natives probables	Vecteurs d'introduction probables	Polynésie française	Nouvelle-Calédonie
Faune						
Anémone - Anthozoaire	<i>Exaiptasia pallida</i>	Aiptasiidae	Caraïbes	AQC	P	
Annélide	<i>Sabellastarte spectabilis</i>	Sabellidae	Indo-Pacifique	B		P
Ascidie	<i>Ascidia sydneiensis</i>	Asciidiidae	Indo-Pacifique	B	P	P
	<i>Botrylloides nigrum</i>	Botryllidae		EB, B, AQC, DN	P	
	<i>Didemnum perlucidum</i>	Didemnidae		EB, B	P	P
	<i>Diplosoma listerianum</i>	Didemnidae			P	
	<i>Herdmania momus</i>	Pyuridae			P	
	<i>Lissoclinum fragile</i>	Didemnidae			P	
	<i>Microcosmus exasperatus</i>	Pyuridae			P	
	<i>Perophora viridis</i>	Perophoridae			P	
	<i>Polycarpa maculata</i>	Styelidae			(P)	
	<i>Polyclinum constellatum</i>	Polyclinidae			P	
	<i>Pyura saciformis</i>	Pyuridae	Mer rouge, Inde, Asie du Sud-Est		P	
	<i>Styela canopus</i>	Styelidae		B	P	
	<i>Symplegma brakenhielmi</i>	Styelidae		B	P	
Crustacé - Cirripède	<i>Chthamalus proteus</i>	Chtamalidae	Caraïbes	EB, B	P	
Crustacé - Décapode	<i>Penaeus stylirostris</i>	Penaeidae	Pacifique Ouest	AQC	P	P
Mollusque - Nudibranche	<i>Godiva quadricolor</i>	Facelinidae	Afrique du Sud			P

B = biofouling ; EB = eaux de ballast ; AQC = aquaculture ; INT = introduction intentionnelle ; DN = dispersion naturelle ; P = espèce présente ; (P) = espèce dont la présence est à confirmer.
Principales sources : Andréfouët *et al.*, 2014 ; Ardura *et al.*, 2015 ; C. Payri, com. pers. 2017 ; Gargominy *et al.*, 2018 ; Molnar *et al.*, 2008 ; Pagad *et al.*, 2017.

Tableau 11 : Espèces exotiques marines recensées en Polynésie française et en Nouvelle-Calédonie.

Type biologique	Espèce	Famille	Régions natives probables	Vecteurs d'introduction probables	Polynésie française	Nouvelle-Calédonie
Faune (suite)						
Mollusque - Bivalve	<i>Acar plicata</i>	Arcidae	Indo-Pacifique		P	
	<i>Crassostrea gigas</i>	Ostreidae	Asie	B, AQC	P	P
	<i>Perna viridis</i>	Mytilidae	Inde, Asie du Sud-Est	EB, B, INT	P	P
	<i>Ruditapes philippinarum</i>	Veneridae	Asie du Sud-Est	AQC, DN	P	
	<i>Saccostrea cucullata</i>	Ostreidae			P	
Mollusque - Gastéropode	<i>Drupa albolabris</i>	Muricidae	Philippines		P	
	<i>Littoraria coccinea glabrata</i>	Littorinidae	Océan indien		P	
	<i>Nerita tessellata</i>	Neritidae	Atlantique Ouest		P	
	<i>Semiricinula tissoti</i>	Muricidae	Indo-Pacifique Ouest		P	
	<i>Tectus niloticus</i>	Tegulidae	Indo-Pacifique	INT	P	
	<i>Turbo marmoratus</i>	Turbinidae	Indo-Pacifique	INT	P	
Spongiaire	<i>Mycale (Zygomycale) parishii</i>	Mycalidae	Caraïbes	B		P
Flore						
Algue rouge	<i>Eucheuma sp.</i>	Solieriaceae			P	
Algue verte	<i>Avrainvillea amadelpha</i>	Dichotomosi- phonaceae	Pacifique Ouest	EB, B, DN	(P)	
	<i>Codium taylori</i>	Codiaceae	Atlantique Nord (Floride)	B		P
	<i>Ulva ohnoi</i>	Ulvaceae	Japon	B		P
Algue unicellulaire	<i>Ostreopsis ovata</i>	Ostreopsidaceae	Malaisie	EB	P	P
Virus						
	<i>Penaeus monodon-type Baculovirus</i>		Indo-Pacifique	AQC	P	
B = biofouling ; EB = eaux de ballast ; AQC = aquaculture ; INT = introduction intentionnelle ; DN = dispersion naturelle ; P = espèce présente ; (P) = espèce dont la présence est à confirmer. Principales sources : Andréfouët <i>et al.</i> , 2014 ; Ardura <i>et al.</i> , 2015 ; C. Payri, com. pers. 2017 ; Gargominy <i>et al.</i> , 2018 ; Molnar <i>et al.</i> , 2008 ; Pagad <i>et al.</i> , 2017.						

Tableau 11 : Espèces exotiques marines recensées en Polynésie française et en Nouvelle-Calédonie (suite).

■ IMPACTS DES ESPÈCES EXOTIQUES MARINES

Les impacts des espèces exotiques marines ne sont pas documentés localement.

Seule l'algue *Ulva ohnoi* semble s'avérer envahissante en Nouvelle-Calédonie. Très peu d'informations sont disponibles sur cette algue en raison de la difficulté d'identifier les différentes espèces du genre *Ulva* sur des critères morphologiques. En l'absence d'analyses génétiques, il est possible de la confondre avec d'autres espèces comme *Ulva lactuca*. Son aire de répartition d'origine n'est pas identifiée avec certitude, elle est aujourd'hui présente au Japon, à Hawaii, et aurait été introduite en Italie (CABI, 2017).

L'espèce aurait été observée pour la première fois en Nouvelle-Calédonie au début des années 2000, et identifiée formellement en 2004 (C. Payri, com. pers. 2017). Elle causerait épisodiquement des marées vertes sur les côtes de Nouvelle-Calédonie. Son introduction proviendrait probablement du transport dans des eaux de ballast ou de biosalissures.

Les différentes espèces d'ascidies peuvent entraîner des biosalissures sur les infrastructures humaines, et également entrer en compétition avec les espèces fixées indigènes.

LA MANGROVE EN POLYNÉSIE FRANÇAISE : UN ÉCOSYSTÈME INTRODUIT

Le palétuvier *Rhizophora stylosa* a été introduit intentionnellement entre 1930 et 1935 en Polynésie française depuis la Nouvelle-Calédonie, d'abord dans la baie de Vaianahe au sud de Moorea, dans le but de favoriser le développement d'élevages d'huîtres (*Crassostrea spp.*).

Si les huîtres ne se sont pas adaptées et les élevages ne se sont jamais développés, le palétuvier, dont les propagules peuvent flotter sur de longues distances, a depuis largement colonisé le littoral des îles hautes de la Société (Tahiti, Moorea, Bora Bora, Huahine, Raiatea et Tahaa) où il forme des cordons littoraux ou des fourrés denses. Bien que le développement spatial de la mangrove soit limité par la faiblesse du marnage et le relief montagneux, elle s'est étendue dans les zones de fond de baie et aux embouchures de cours d'eau, ainsi que dans les zones d'eaux calmes créés par l'implantation de routes.



Mangrove de Polynésie française © Mayalen Zubia

Les conséquences de la présence du palétuvier introduit *Rhizophora stylosa* et de la mangrove qu'il constitue sur l'écosystème littoral des îles envahies sont controversées. Dans les autres collectivités d'outre-mer tropical où la mangrove est indigène, elle offre une protection contre la houle et l'érosion, ainsi qu'un refuge pour les juvéniles de poissons et améliore la qualité des eaux sur le littoral. Cependant, en Polynésie française, son expansion apparaît comme une menace pour une partie de la faune et la flore indigène. Les palétuviers envahissent les prairies et marais littoraux au détriment des espèces indigènes telles que la graminée *Paspalum vaginatum* et la grande fougère *Acrostichum aureum*. Le développement de cette mangrove monospécifique induit inévitablement des transformations de ces types d'habitats qui structurent les écosystèmes littoraux de Polynésie française. La mangrove est également responsable d'une réduction de l'écoulement superficiel des eaux, entraînant la formation d'eaux stagnantes envahies par les moustiques. Elle fournit un habitat supplémentaire au Rat noir (*Rattus rattus*), une des principales EEE terrestres des îles polynésiennes. En 2018, une analyse spatiale de la mangrove de Polynésie française a été lancée, coordonnée par la FAPE (Fédération des associations de protection de l'environnement).

La mangrove est devenue un enjeu crucial pour la protection des écosystèmes littoraux et marins de l'outre-mer et des populations humaines qui en dépendent. Des projets de plantation de palétuviers sont proposés dans certaines îles de la Société pour limiter l'érosion des côtes. L'utilisation de palétuviers pour de tels projets de restauration doit être prosaïque, d'autant plus que des espèces d'arbres indigènes comme *Barringtonia asiatica*, *Hibiscus tiliaceus* ou *Thespesia populnea*, caractéristiques des forêts marécageuses, alluviales et riveraines, pourraient être utilisées.

Source : Ilitis *et al.*, 2009 ; Ilitis & Meyer, 2010 ; Meyer, 2015.

■ VECTEURS D'INTRODUCTION ET PRINCIPAUX SITES À ENJEUX

Vecteurs d'introduction

De nombreuses espèces ont été vraisemblablement transportées accidentellement via le transport maritime. A Moorea, une étude a montré la forte corrélation entre la présence d'espèces exotiques de mollusques et la proximité d'un port et d'une forte densité de bateaux (Ardura *et al.*, 2015).

L'anémone *Exaiptasia pallida* a été introduite involontairement dans de nombreux atolls de Polynésie française lors de transferts de nacres pour le développement de la perliculture (Brugneaux *et al.*, 2010).

Parmi les introductions intentionnelles en milieux naturels, 42 spécimens du gastéropode *Turbo marmoratus* ont été introduits en 1967 depuis le Vanuatu. La population a été protégée pour maximiser ses chances d'implantation, afin de fournir une ressource supplémentaire pour les pêcheurs locaux. L'espèce s'est bien établie dans les îles de la Société, excepté les Tuamotu, l'archipel Gambier et les îles de l'ouest de l'archipel. Elle ne semble pas avoir d'impact sur l'écosystème récifal de Polynésie (Andréfouët *et al.*, 2014). Un autre gastéropode, *Tectus niloticus*, a été introduit à Tahiti pour l'exploitation de sa coquille. En 1957 et 1958, deux lots d'une quarantaine d'individus ont été placés sur le récif Teaiatea. Ces deux espèces font aujourd'hui l'objet de suivis. Le poisson *Lates calcarifer* (Loup tropical) a également été introduit pour l'aquaculture sans grand succès.

Les algues rouges du genre *Eucheuma* observées pourraient provenir d'une introduction intentionnelle pour la production de carraghénanes.

Contexte économique et sites à enjeux

Les données économiques sont issues des rapports annuels publiés par l'IEOM²¹

Polynésie française

Le port autonome de Papeete accueille les navires de commerce et d'industrie (principalement depuis les îles Samoa et Fidji, la Nouvelle-Zélande et l'Europe), ainsi que les navires de pêche étrangers (101 escales en 2015) et les bateaux de croisière (151 escales en 2015). Les navires de pêche locaux sont accueillis au port de Fare Ute, et plusieurs marinas se trouvent sur les différentes îles pour les bateaux de plaisance (Papeete et Taina à Tahiti, Vaiare à Moorea). Des liaisons maritimes régulières relient les différents archipels de Polynésie française (Fig. 27).

L'aquaculture locale concerne principalement des espèces indigènes : huîtres perlières (*Pinctada margaritifera*) et poissons (*Platax orbicularis*). L'espèce de crevette élevée *Penaeus stylirostris* a été importée des côtes pacifiques de l'Amérique Centrale. L'archipel compte quatre sites d'élevage à Tahiti et Bora Bora (production d'environ 120 tonnes en 2017) et l'espèce n'est pas considérée naturalisée.

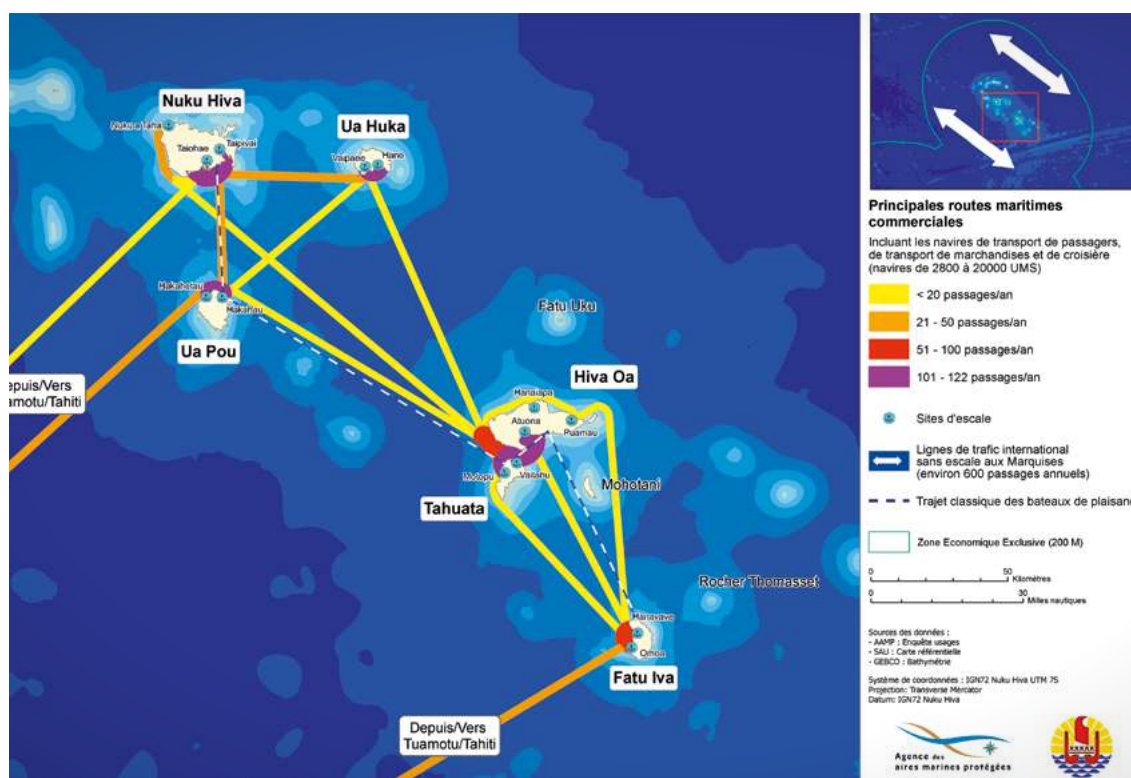


Figure 27 : Transport maritime dans l'archipel des Marquises (source : Agence des aires marines protégées).

21 • Institut d'émission d'outre-mer. www.ieom.fr

Nouvelle-Calédonie

Le transport maritime est un support fondamental pour l'économie du territoire, en particulier le secteur de l'exploitation du nickel.

En 2017, le port autonome de Nouméa était le deuxième port d'outre-mer en tonnage de marchandise. Les bateaux de marchandises proviennent principalement d'Europe (42 %), d'Asie (26 %) d'Australie (13,3 %) et de Nouvelle-Zélande (9,7 %).

Les trois usines métallurgiques disposent de leur propre port et plusieurs infrastructures de transbordement sont installées à l'aval des principaux sites miniers de la Grande Terre (Thio, Kouaoua, Poro, Tiébaghi, etc.) afin de permettre l'expédition du minerai de nickel brut. Le minerai exploité est acheminé sur des minéraliers, pour 37 %, directement vers l'usine de la Société Le Nickel à Doniambo afin d'y être transformé localement et pour 63 %, directement vers l'étranger (Corée du Sud, Japon et Australie). Le minerai expédié depuis ces centres représente plus de la moitié du trafic maritime total de Nouvelle-Calédonie.

L'activité de croisière de masse est en forte augmentation dans la région depuis 2009 et, si elle ne concerne pas encore les îles éloignées, son développement y est à l'étude. L'isolement des îlots calédoniens contribue à les préserver d'une fréquentation touris-

tique massive. Toutefois ces îles sont visitées épisodiquement par des navires de grande plaisance opérant depuis la Grande Terre et des plaisanciers locaux ou de passage. Ces sites pourraient susciter un intérêt croissant de la part des opérateurs pour développer des produits touristiques originaux à partir de navires de taille moyenne répertoriés en grande plaisance. Une augmentation de la fréquentation de ces sites s'accompagnerait de nouvelles pressions liées à l'activité des navires et des visiteurs.

L'île comptait 18 fermes aquacoles en 2016 consacrées à l'élevage de la crevette *Penaeus stylirostris* et dont la production dépasse les 1 800 tonnes par an.

Wallis-et-Futuna

Le faible flux de navigation internationale peut expliquer qu'il n'y ait pas encore d'espèces exotiques marines documentées à Wallis-et-Futuna. L'approvisionnement de l'archipel s'effectue par Wallis, par le port de Mata'Utu pour les marchandises et par celui de Halalo pour les hydrocarbures. Trente-et-un navires y ont accosté en 2015. La liaison entre Wallis et Futuna s'effectue par le port de Leava. Peu de navires de croisière accostent sur l'île. Il n'existe pas, à l'heure actuelle, de structure d'élevage d'espèces aquacoles marines.

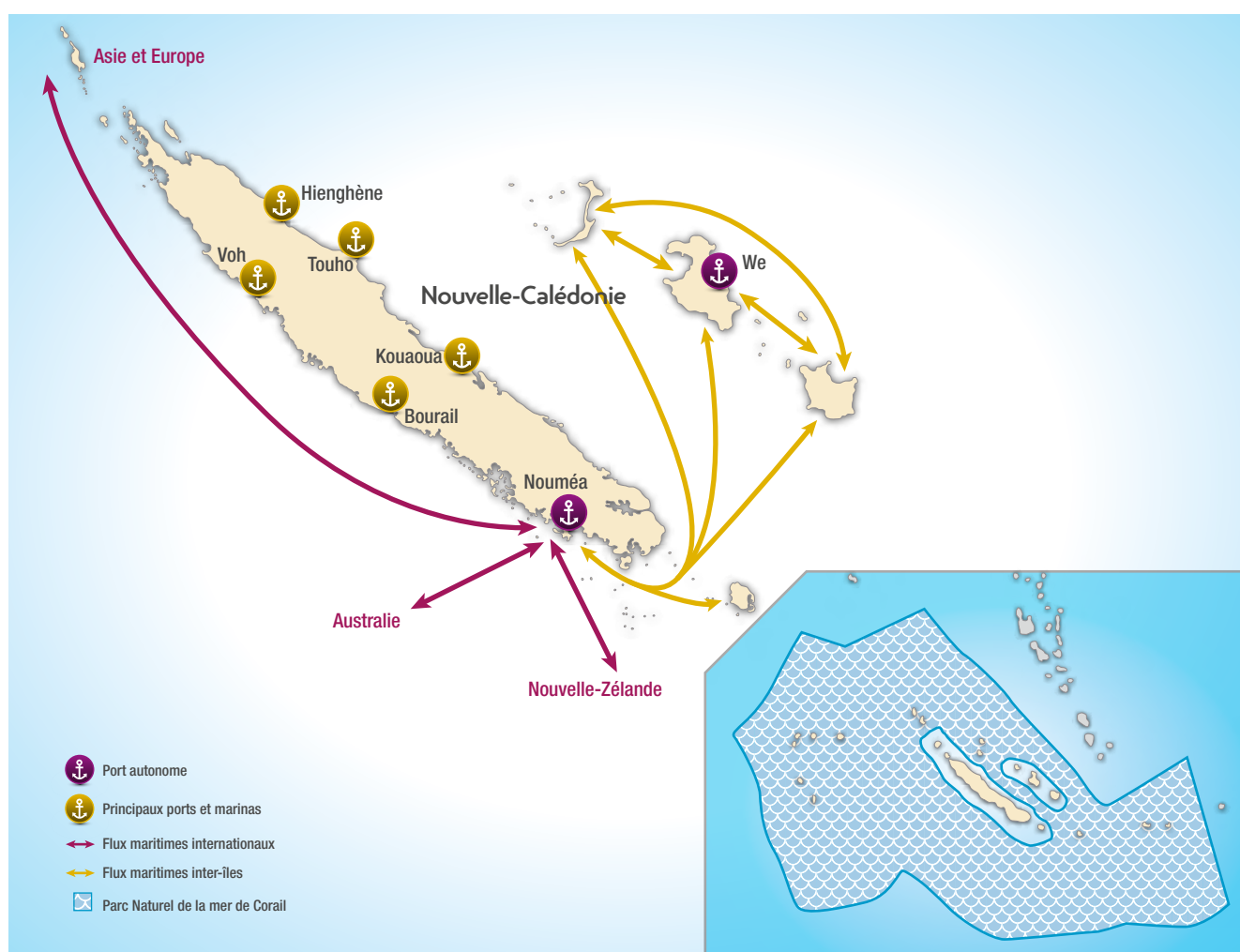


Figure 28 : Principaux flux maritimes et sites sensibles de Nouvelle-Calédonie (les directions des flux maritimes sont estimées d'après www.marinetraffic.com). NB : La Nouvelle-Calédonie compte de nombreuses aires marines protégées sous différents statuts non représentées sur cette carte.

■ CONNAISSANCES ET GESTION

Polynésie française

Des suivis d'espèces sont réalisés en Polynésie française par le CRIOBE (USR 3278 CNRS-EPHE) depuis le début des années 1990. Ces suivis annuels ou biennaux ciblent les espèces exotiques *Tectus niloticus* et *Turbo marmoratus*, ainsi que certaines espèces indigènes ou cryptogènes proliférantes (*Acanthaster planci*, *Asparagopsis taxiformis*, *Turbinaria ornata*). Un suivi décennal est également réalisé sur le palétuvier *Rhizophora stylosa*.

Un inventaire des EEE dans les marinas et les ports de Tahiti est en cours de réalisation grâce à des outils moléculaires de dernière génération (méta-barcoding) sur différents prélèvements (eau, biofilm, algues) dans le cadre d'une collaboration entre l'Université de Polynésie française, le CRIOBE, *Cawthron Institute* et le port autonome (M. Zubia, com. pers., 2018).

Le réseau « espèces envahissantes de Polynésie française » est un outil participatif visant à prévenir l'introduction de nouvelles espèces dans les îles. Animé par la direction de l'environnement (DIREN), le réseau est composé de membres formés à la reconnaissance des espèces et informés des risques spécifiques à chaque île. Les membres du réseau sont un relais pour la surveillance et alertent la DIREN en cas d'espèce suspecte et d'invasion potentielle. Le réseau cible en priorité les espèces terrestres de faune et de flore considérées comme une menace pour la biodiversité et n'intègre pas d'espèces marines.

Nouvelle-Calédonie

La gestion des EEE s'inscrit depuis 2017 dans le cadre d'une stratégie de lutte contre les invasions biologiques qui regroupe l'ensemble des partenaires locaux et sollicite le grand public (CEN

Nouvelle-Calédonie, 2017 ; 2018). Le risque lié aux EEE marines n'est pas considéré comme majeur sur le territoire, au vu de l'insuffisance des connaissances sur les espèces exotiques marines potentiellement envahissantes présentes et en l'absence à ce jour de cas avérés et d'impacts documentés. Il n'existe pas à l'heure actuelle de programmes de gestion ou de surveillance dédiés spécifiquement aux invasions biologiques marines.

Les récifs coralliens de Nouvelle-Calédonie sont inscrits depuis 2008 sur la liste du patrimoine mondial de l'UNESCO. Ils abritent une biodiversité extrêmement forte (373 espèces de coraux scléractiniaires, près de 2 500 espèces de poissons, 3 400 de mollusques, etc.) et une grande diversité de structures récifales. Le gouvernement de la Nouvelle-Calédonie s'est engagé dans la protection de ses ressources marines en créant en avril 2014 le Parc naturel de la mer de Corail, qui couvre la quasi-totalité de sa ZEE, soit près de 1,3 million de km².

Si le plan de gestion 2017-2021 du parc prévoit bien de prévenir et de lutter contre les espèces invasives terrestres, la dimension marine du phénomène n'est pas prise en compte²². L'augmentation probable de la fréquentation touristique dans cet espace, notamment des navires de grande plaisance et des plaisanciers locaux ou de passage, nécessite de réfléchir à la mise en place de nouvelles mesures de biosécurité, intégrant un système de surveillance pour détecter de façon précoce toute introduction d'espèce exotique marines qui pourrait avoir des conséquences importantes sur ces écosystèmes récifaux remarquables.

Wallis-et-Futuna

Aucun programme de recherche ou de gestion spécifique sur les espèces exotiques marines n'est développé à Wallis-et-Futuna.

■ CADRE RÉGLEMENTAIRE

La Nouvelle-Calédonie, la Polynésie française et Wallis-et-Futuna possèdent leur propre corpus juridique dans le domaine de la gestion environnementale. Concernant le milieu marin, ces collectivités sont compétentes en matière de gestion des ressources de l'espace maritime, l'État conserve en revanche des missions régaliennes en lien avec la souveraineté des eaux.

Polynésie française

Le Code de l'environnement de la Polynésie française dresse une liste d'espèces végétales et animales menaçant la biodiversité pour lesquelles toute importation nouvelle, introduction dans le milieu naturel et transfert d'une île à l'autre sont interdits. A ce jour, 39 espèces végétales et 13 espèces animales sont concer-

nées (arrêté n° 1610 CM du 20 octobre 2016). Aucune espèce exotique marine ne figure dans cette liste.

La Polynésie française, au titre de ses compétences, met en place des aires marines protégées avec des objectifs variés. En 2014, près de 6 000 km² marins bénéficiaient d'une protection, ce qui correspond à 0,1 % de la ZEE.

Nouvelle-Calédonie

La biosécurité marine est partagée entre le gouvernement de la Nouvelle-Calédonie (pour la ZEE) et les trois Provinces (pour le domaine public maritime allant jusqu'à 12 milles nautiques). La Nouvelle-Calédonie considèrerait dès 2006 la nécessité de ré-

22 • Version du 31 mars 2017 soumis au comité de gestion. Disponible sur <https://mer-de-corail.gouv.nc>

glementer la décharge des eaux de ballast des navires qui fréquentent la mer territoriale et les eaux intérieures afin de minimiser le risque d'introduction d'organismes aquatiques nuisibles et d'agents pathogènes dans l'environnement marin. Ceci en application de la Convention internationale pour le contrôle et la gestion des eaux et sédiments de ballast adoptée en février 2004 par l'OMI. L'arrêté n°3/AEM du 13 juillet 2006 fixe les conditions de déballastage.

L'introduction d'espèces dans le milieu naturel relève de la compétence des trois Provinces, lesquelles ont chacune leur propre code de l'environnement. Les codes de l'environnement de la Province Nord et de Province Sud interdisent l'introduction accidentelle ou volontaire dans le milieu naturel de toute espèce inscrite sur la liste des espèces exotiques envahissantes. Une espèce marine figure sur la liste de la Province Sud, l'étoile de mer *Asterias amurensis* (actuellement absente de Nouvelle-Calédonie).

En aout 2018, le Gouvernement de Nouvelle-Calédonie a classé 28 000 km² du Parc naturel de la mer de Corail en réserve (îles

Chesterfield, Bellona, Entrecasteaux, Pétrie et Astrolabe), dont 7 000 km² accèdent au statut de « réserve intégrale » où aucun accès ni aucune activité humaine ne sont autorisés, sauf dans le cadre de recherches scientifiques. Les 21 000 km² restants sont classés « réserves naturelles » où l'accès est soumis à stricte autorisation et sont interdits entre autres la pêche et les sports nautiques.

Wallis-et-Futuna

Le code de l'environnement de Wallis-et-Futuna, complété par l'arrêté n° 2016-407 du 1^{er} septembre 2016, fixe la liste des espèces dont l'introduction, l'installation ou la propagation sur le territoire de Wallis-et-Futuna constituerait une menace pour les espèces déjà présentes, les écosystèmes voire pour les équilibres économiques et sanitaires. L'introduction volontaire, par négligence ou par imprudence de ces espèces est interdite. En l'absence d'études et de cas d'invasions biologiques marines, aucune espèce marine ne figure dans cette liste.

■ LES ESPÈCES EXOTIQUES ENVAHISSANTES MARINES DANS LA RÉGION PACIFIQUE SUD-OUEST

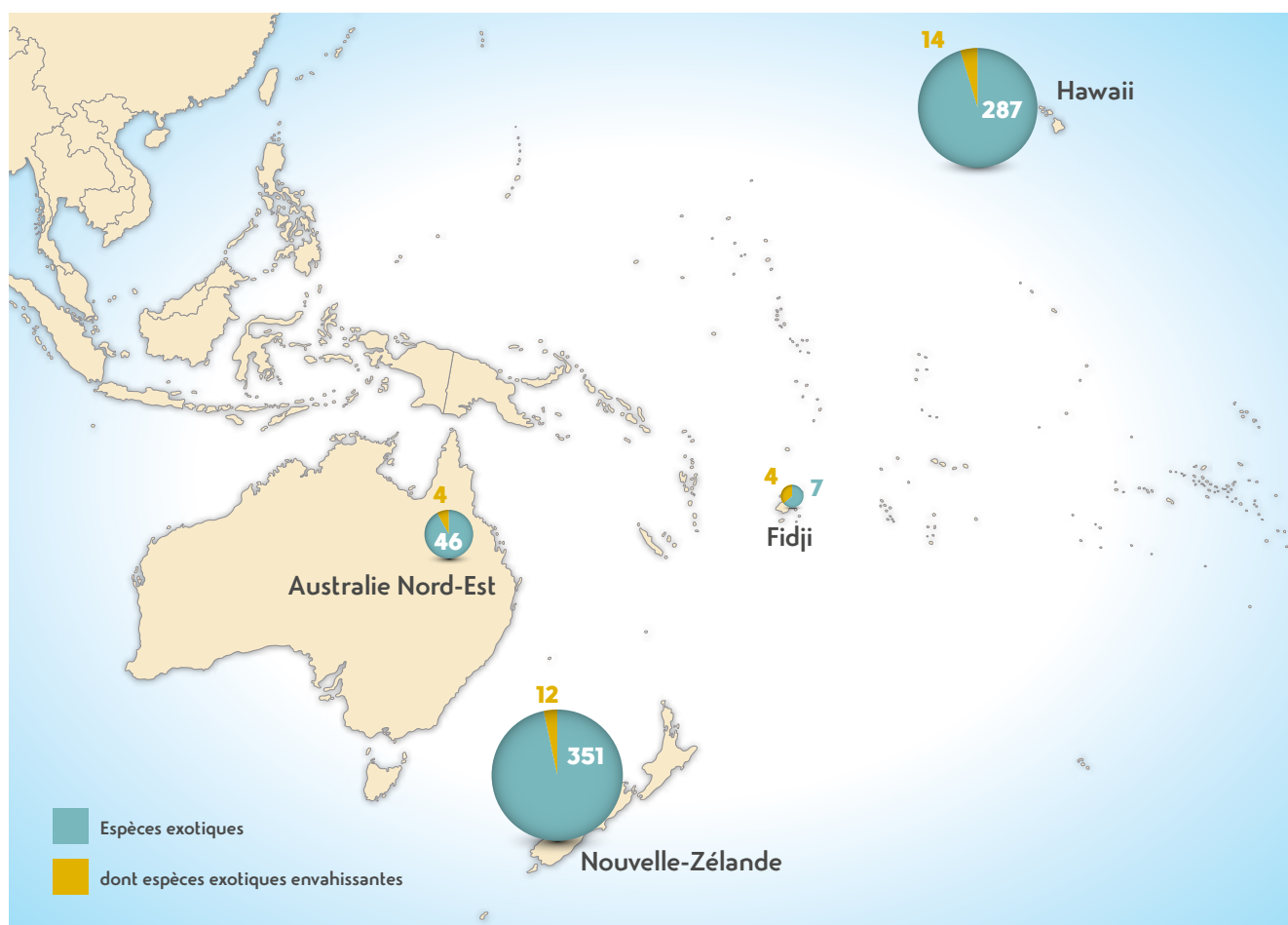


Figure 29 : Nombre d'espèces exotiques et d'espèces exotiques envahissantes marines recensées dans différents pays du Pacifique.

Trente-trois EEE marines ont été recensées dans les eaux des pays voisins des collectivités françaises du Pacifique (Fig. 29 et Tab. 12). La majorité d'entre-elles sont observées à Hawaï, en Australie et en Nouvelle-Zélande, ce qui peut s'expliquer par une

importante veille mise en place dans ces pays, contrairement à la plupart des archipels du Pacifique qui n'ont pas forcément les moyens nécessaires à la réalisation de suivis.

Type biologique	Espèce	Famille	Pays d'introduction	Vecteurs d'introduction probables
Faune				
Ascidie	<i>Ciona savignyi</i> <i>Didemnum spp.</i> <i>Didemnum vexillum</i> <i>Eudistoma elongatum</i>	Cionidae Didemnidae Didemnidae Polycitoridae	Nouvelle-Zélande Nouvelle-Zélande, Hawaï Nouvelle-Zélande Nouvelle-Zélande	EB, B, AQC B, AQC, DN AQC, TOV
Annélide	<i>Hydroides sanctaecrucis</i> <i>Polydora cornuta</i>	Serpulidae Spionidae	Australie Australie	EB, B, AQC EB, B, AQC
Bryzoaire	<i>Bugulina flabellata</i> <i>Tricellaria inopinata</i> <i>Tricellaria occidentalis</i> <i>Watersipora subtorquata</i>	Bugulidae Candidae Candidae Watersiporidae	Australie Nouvelle-Zélande Australie Australie, Nouvelle-Zélande, Samoa, Hawaï	B B, AQC
Corail - Anthozoaire	<i>Carijoa riisei</i>	Clavariidae	Hawaï	B, AQC
Crustacé - Décapode	<i>Gonodactylaceus falcatus</i> <i>Scylla serrata</i>	Gonodactylidae Portunidae	Hawaï Hawaï	B AQC
Echinoderme	<i>Asterias amurensis</i> <i>Patiriella regularis</i>	Asteriidae Asterinidae	Australie Australie	EB TOV
Mollusque - Bivalve	<i>Crassostrea gigas</i> <i>Crassostrea virginica</i> <i>Ostrea edulis</i> <i>Teredo bartschi</i>	Ostreidae Ostreidae Ostreidae Teredinidae	Hawaï, Afrique du Sud Hawaï Australie, Tonga, N.-Zélande Hawaï	AQC AQC EB, AQC B
Poisson	<i>Lutjanus kasmira</i>	Lutjanidae	Hawaï	RV
Spongiaire	<i>Mycale armata</i> <i>Mycale grandis</i>	Mycalidae Mycalidae	Hawaï Hawaï	B B

B = biofouling ; EB = eaux de ballast ; AQC = aquaculture ; AQR = aquarium ; DN = dispersion naturelle ; TOV = transport d'organismes vivants ; RV = relâché volontaire.
Principales sources : Bishop Museum and University of Hawaii, 2018 ; Fofonoff *et al.*, 2003 ; ISSG, 2015 ; Molnar *et al.*, 2008 ; Pagad *et al.*, 2017.

Tableau 12 : Principales espèces exotiques envahissantes marines dans le Pacifique Sud-Ouest.

Type biologique	Espèce	Famille	Pays d'introduction	Vecteurs d'introduction probables
Flore				
Algue brune	<i>Sargassum muticum</i>	Sargassaceae	Hawaï, Australie	EB, B, AQC
	<i>Undaria pinnatifida</i>	Alariaceae	Nouvelle-Zélande, Australie	EB, B, AQC, DN
Algue rouge	<i>Acanthophora spicifera</i>	Rhodomelaceae	Hawaï, Line Island, Iles Marshall, Australie	EB, B, DN
	<i>Gracilaria salicornia</i>	Gracilariaceae	Hawaï	AQC, EB, AQR, DN
	<i>Hypnea musciformis</i>	Hypneaceae	Hawaï	B, AQC, DN
	<i>Kappaphycus alvarezii</i>	Solieriaceae	Hawaï, Fidji, Kiribati, Tuvalu	AQC
Algue verte	<i>Avrainvillea amadelpha</i>	Dichotomo-siphonaceae	Fidji, Hawaï, Tuamotu	EB, B, DN
	<i>Cladophora prolifera</i>	Cladophoraceae	Australie	B, AQC, DN
	<i>Codium fragile</i> (ssp. <i>tomentosoides</i>)	Codiaceae	Nouvelle-Zélande	
Dinoflagellés	<i>Alexandrium minutum</i>	Gonyaulacaceae	Australie	EB, DN
	<i>Gymnodinium catenatum</i>	Gymnodiniaceae	Nouvelle-Zélande	EB, AQC, DN

B = biofouling ; EB = eaux de ballast ; AQC = aquaculture ; AQR = aquarium ; DN = dispersion naturelle ; TOV = transport d'organismes vivants ; RV = relâché volontaire.
Principales sources : Bishop Museum and University of Hawaii, 2018 ; Fofonoff *et al.*, 2003 ; ISSG, 2015 ; Molnar *et al.*, 2008 ; Pagad *et al.*, 2017.

Tableau 12 : Principales espèces exotiques envahissantes marines dans le Pacifique Sud-Ouest. (suite)

L'anthozoaire *Carijoa riisei* est originaire des régions tropicales de l'Atlantique. Introduit accidentellement à Hawaï en 1972, il est considéré comme l'un des invertébrés marins les plus envahissants. Consommateur vorace de zooplancton, il entre en compétition avec les autres espèces, et peut étouffer les colonies de coraux sur lesquelles il se développe. Différents suivis réalisés sur les îles de l'archipel ont montré qu'il avait ainsi éliminé 90 % des colonies de coraux noirs entre 75 m et 110 m de profondeur (Kahng & Grigg, 2005).

Les ascidies du genre *Didemnum* se révèlent particulièrement invasives à travers le monde. Se reproduisant rapidement, elles peuvent entrer en compétition avec les espèces locales et ont potentiellement un impact sur l'aquaculture, la pêche, et les autres activités côtières en se fixant sur les infrastructures.

Le bryzoaire *Tricellaria inopinata* est également un organisme susceptible d'avoir un impact important sur les espèces indigènes de bryzoaires, par compétition ainsi que par son altération des paramètres physico-chimiques de l'écosystème.

D'autres espèces sont également susceptibles d'entrer en compétition avec les espèces indigènes, c'est le cas des spongiaires du genre *Mycale* ou de l'algue *Hypnea musciformis*.

Cette dernière est également responsable de nuisances sur les plages, dégageant des odeurs nauséabondes lorsqu'elle s'y dégrade.

En remplaçant les communautés d'algues indigènes, les différentes espèces d'algues exotiques (*Gracilaria salicornia*, *Undaria pinnatifida*, etc.) impactent la structure des communautés algales locales, pouvant causer une diminution de la biodiversité. En abondance, elles sont également une nuisance par biosalissures pour la pêche et la navigation.



Undaria pinnatifida © CSIRO

■ COOPÉRATION RÉGIONALE

La Convention pour la protection des ressources naturelles et de l'environnement dans la région du Pacifique sud (Convention de Nouméa, 1986) constitue l'instrument international clé sur les problématiques environnementales dans cette région. Elle couvre notamment toutes les zones maritimes sous la juridiction des États parties à la Convention. Elle a pour but de prévenir, réduire et contrôler la pollution quelle qu'en soit la source, et d'assurer une gestion respectueuse de l'environnement et une exploitation raisonnée des ressources naturelles.

La Polynésie française, la Nouvelle-Calédonie et Wallis-et-Futuna sont membres du PROE (Programme régional océanien pour l'environnement), organisation intergouvernementale chargée de promouvoir la coopération, d'appuyer les efforts de protection et d'amélioration de l'environnement du Pacifique insulaire et de favoriser son développement durable. Au travers de cette coopération, les collectivités françaises du Pacifique peuvent bénéficier de programmes régionaux comme le *Pacific Invasive Learning Network* (réseau d'échange sur les espèces envahissantes du Pacifique) et de la stratégie océanienne de gestion des espèces exotiques envahissantes publiée en 2009.

Le projet régional INTEGRE (Initiative des territoires pour la gestion régionale de l'environnement) est un projet de développement durable commun aux quatre pays et territoires d'outre-mer (PTOM) européens du Pacifique. Financé par l'Union européenne sur l'enveloppe du 10^e fonds européen de développement, mis en œuvre par la Communauté du Pacifique (CPS) et piloté par la Polynésie française, il vise à promouvoir la gestion intégrée des zones côtières et à renforcer la coopération régionale dans le domaine du développement durable.

Si des activités régionales ciblent spécifiquement les EEE, la dimension marine du phénomène reste peu prise en compte. Une stratégie régionale pour réduire le transfert d'espèces marines via le transport maritime a néanmoins été élaborée et adoptée par le PROE et l'organisation maritime internationale en 2006 (SPREP, 2006).

SAINT-PIERRE-ET-MIQUELON

■ BILAN DES ESPÈCES EXOTIQUES MARINES



Un travail mené avec les autorités nord-américaines régionales, les services de la DTAM (Direction des territoires, de l'alimentation et de la mer) et l'Ifremer a permis d'identifier neuf espèces exotiques présentes dans les eaux de Saint-Pierre-et-Miquelon (Tab. 13). Elles sont toutes considérées comme potentiellement envahissantes.

Type biologique	Espèce	Famille	Régions natives probables	Vecteurs d'introduction probables
Faune				
Ascidie	<i>Botrylloides violaceus</i>	Botryllidae	Asie de l'Est	EB, B, DN
	<i>Botryllus schlosseri</i>	Styelidae	Europe	EB, B, DN
	<i>Ciona intestinalis</i>	Cionidae	Europe (Atlantique)	B, DN
	<i>Corella eumyota</i>	Corellidae	Hémisphère sud, circumpolaire	
	<i>Styela clava</i>	Styelidae	Asie de l'Est	EB, DN
Bryzoaire	<i>Membranipora membranacea</i>	Membraniporidae	Europe, Pacifique Est	EB, B
Crustacé - Amphipode	<i>Caprella mutica</i>	Caprellidae	Asie de l'Est	EB, B
Crustacé - Décapode	<i>Carcinus maenas</i>	Carcinidae	Europe	EB, DN
Flore				
Algue verte	<i>Codium fragile</i> (ssp. <i>tomentosoides</i>)	Cordiaceae	Asie de l'Est	TOV, DN, B, EN

B = biofouling ; EB = eaux de ballast ; AOC = aquaculture ; DN = dispersion naturelle, TOV = transport d'organismes vivants.
Principales sources : Sellier *et al.*, 2013 ; Sellier *et al.*, 2014 ; Gargominy *et al.*, 2018.

Tableau 13 : Espèces exotiques marines recensées à Saint-Pierre-et-Miquelon.

■ IMPACT DES ESPÈCES EXOTIQUES MARINES

Originnaire d'Europe et du nord de l'Afrique, le Crabe vert (*Carcinus maenas*), en expansion sur la côte est de l'Amérique du Nord, a été découvert en 2013 dans le Grand Etang de Miquelon (Sellier *et al.*, 2013). Bien qu'aucune étude n'ait démontré à ce jour son impact sur l'archipel, cette espèce est connue pour impacter fortement par sa prédation les espèces indigènes et/ou exploitées dans plusieurs régions où elle a été introduite (Floyd & Williams, 2004 ; Jensen *et al.*, 2002 ; Miron *et al.*, 2005). Elle figure sur la liste de l'UICN des 100 espèces les plus envahissantes au monde (Lowe *et al.*, 2007). A Saint-Pierre-et-Miquelon, le Crabe vert pourrait constituer une menace pour les larves de homards et la faune des herbiers à zostères.



Carcinus maenas © Frank Urtizberea

Parmi les ascidies, *Ciona intestinalis*, *Botrylloides violaceus* et *Botryllus schlosseri* semblent être les espèces les plus susceptibles de poser problème. *C. intestinalis* est détectée pour la première fois en 2010. Affectionnant les eaux calmes, elle est principalement installée dans les ports de l'archipel, ainsi que dans la partie sud du Grand Etang de Miquelon. *B. violaceus* et *B. schlosseri* ne semblent être présentes que dans le port de Saint-Pierre. Ces ascidies ont des effets importants sur la collecte de naissain de moules, sur le coût d'exploitation des fermes mytilicoles et sur le traitement des moules d'élevage (MPO, 2013). Certains bateaux présentent déjà des signes de biosalisures importants liés aux colonisations d'ascidies.

L'algue *Codium fragile* est présente dans la lagune du Grand Etang de Miquelon. Son établissement pourrait entraîner des perturbations écologiques dans les écosystèmes et des impacts économiques. Les impacts écologiques de *Codium fragile* ont été décrits dans le sud du Golfe du Saint-Laurent où le cycle écologique classique des oursins et des forêts de laminaires a été modifié à la suite de son introduction. Dix ans après son arrivée en Nouvelle-Écosse, *C. fragile* a remplacé les peuplements de laminaires sur environ 900 km de côtes conduisant à des changements considérables dans la composition des communautés d'organismes (Scheibling & Anthony, 2001 ; Scheibling & Gagnon, 2006). Sur le plan économique, les conséquences se portent sur l'industrie aquacole : l'algue étouffe les mollusques élevés (moules et pétoncles) et occasionne des coûts supplémentaires de main d'œuvre liés au nettoyage des installations.

Le bryzoaire *Membranipora membranacea* est observé en grand nombre dans les fonds marins de l'archipel. C'est un épiphyte des laminaires sur lesquelles il se fixe et nuit alors à la capacité de photosynthèse et d'absorption des nutriments de l'algue. Il rend également les lames fragiles et cassantes, plus vulnérables aux tempêtes et peut empêcher la libération des spores. La présence de ce membranipore est donc susceptible de nuire fortement aux peuplements d'algues indigènes de l'archipel.



Colonie de *Membranipora membranacea* (entourée en blanc) sur un thalle de laminaire © Frank Urtizberea

■ VECTEURS D'INTRODUCTION ET PRINCIPAUX SITES À ENJEUX

Vecteurs d'introduction

Les espèces exotiques marines présentes à Saint-Pierre-et-Miquelon sont principalement issues du transport maritime. L'archipel, situé à 25 km de Terre-Neuve, est également exposé à la dispersion naturelle d'organismes introduits sur les côtes canadiennes et américaines, comme c'est probablement le cas pour le Crabe vert.

Contexte économique et sites à enjeux

L'île de Saint-Pierre regroupe les ports de commerce, de plaisance et de pêche. Un port de pêche se trouve également au nord de

Miquelon. La majorité des échanges maritimes sont réalisés avec le Canada et l'Union Européenne (la France principalement, mais aussi le Portugal). Une liaison maritime régulière avec le port de Fortune (Terre-Neuve) réalise le transport de personnes (la grande majorité des touristes entrent par voie maritime). La plaisance dans l'archipel provient principalement du Canada et des États-Unis.

L'archipel compte deux exploitations aquacoles, l'une de Coquilles Saint-Jacques (*Placopecten magellanicus*) à Miquelon, dont les produits sont transformés localement, et l'autre de moules (*Mytilus edulis*) dans la rade et le Grand Etang de Miquelon (Ferme aquacole du nord).

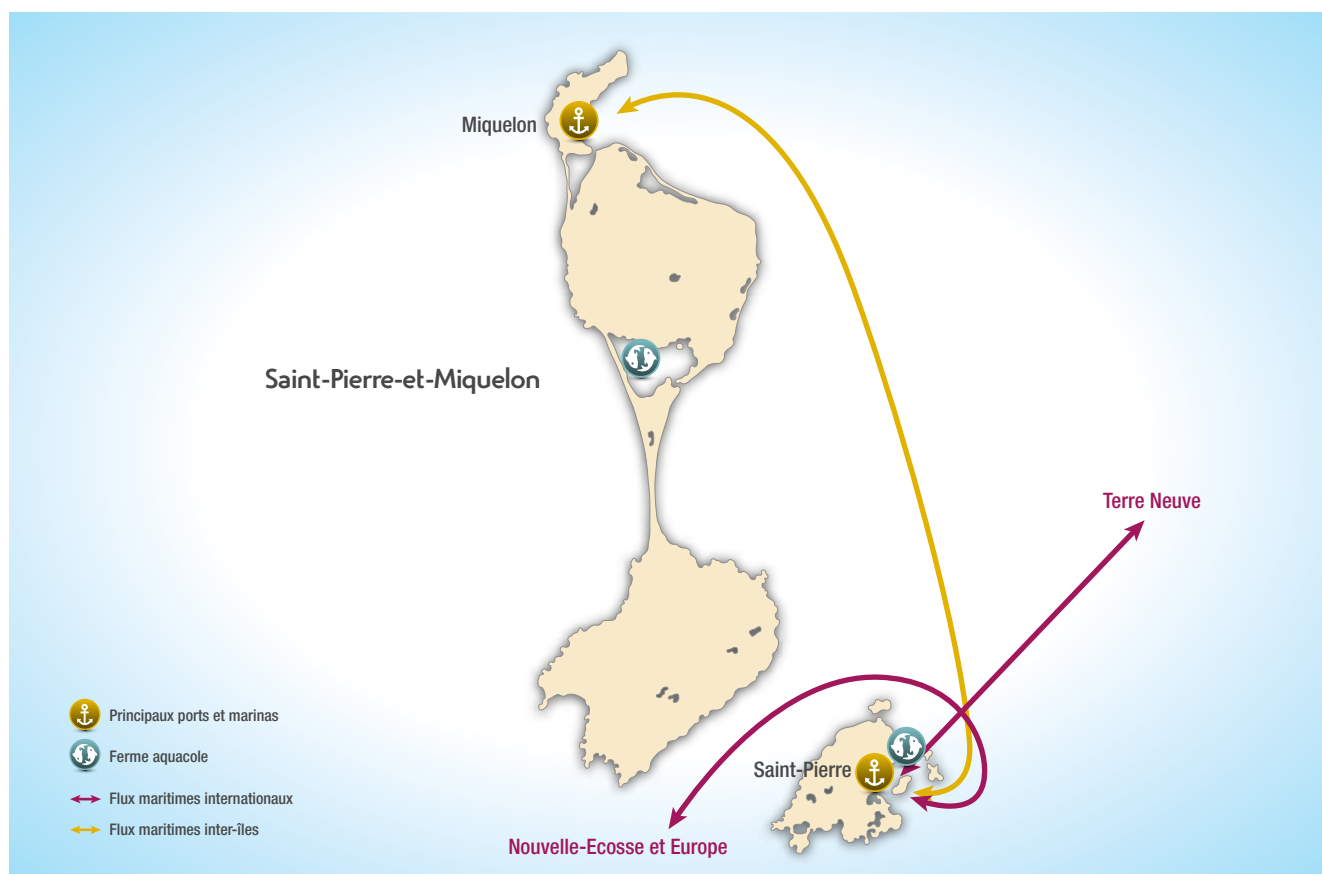


Figure 30 : Principaux flux maritimes et sites sensibles de Saint-Pierre-et-Miquelon (les directions des flux maritimes sont estimées d'après www.marinetraffic.com).

■ CONNAISSANCES ET GESTION

Un programme de surveillance des espèces exotiques marines a été élaboré avec l'appui des chercheurs du ministère canadien responsable de la protection et de la gestion des pêches, des océans et des ressources d'eau douce²³. Il a été mis en place localement par l'Ifremer et l'ARDA (Association de recherche et de développement pour l'aquaculture) avec le soutien de la DTAM

qui le coordonne depuis 2015. Ce programme de surveillance, qui avait permis la détection dès 2009 d'une ascidie exotique envahissante, a confirmé l'expansion des ascidies et leur implantation dans l'écosystème. D'autres espèces ont été depuis détectées. Cependant, en l'absence de suivi, leurs impacts ne sont pas précisément connus.

23 • <http://www.dfo-mpo.gc.ca/index-fra.htm>

C'est également dans le cadre de ce réseau que des casiers à crabe placés dans le Grand Etang de Miquelon ont permis la détection du Crabe vert en 2013. Représentant un signal d'alarme fort notamment pour la protection des herbiers à zostères, le nombre de casiers à crabes a été multiplié afin de limiter sa colonisation. En 2017, seuls deux individus ont été capturés. À partir de 2018, une nouvelle feuille de route vise à intensifier le réseau de surveillance, la sensibilisation des usagers et les actions de piégeage du Crabe vert.

Des opérations de nettoyage des filières mytilicoles sont réalisées chaque année à l'automne par les aquaculteurs pour limiter la colonisation de *Codium fragile*. Ces opérations ont permis de limiter la colonisation de l'algue, en maintenant une population stable.

Des campagnes de sensibilisation du grand public et des usagers de la mer sont réalisées, via des plaquettes d'information (Fig. 31). Des réunions ont été organisées avec les plongeurs professionnels pour étendre le réseau de surveillance.

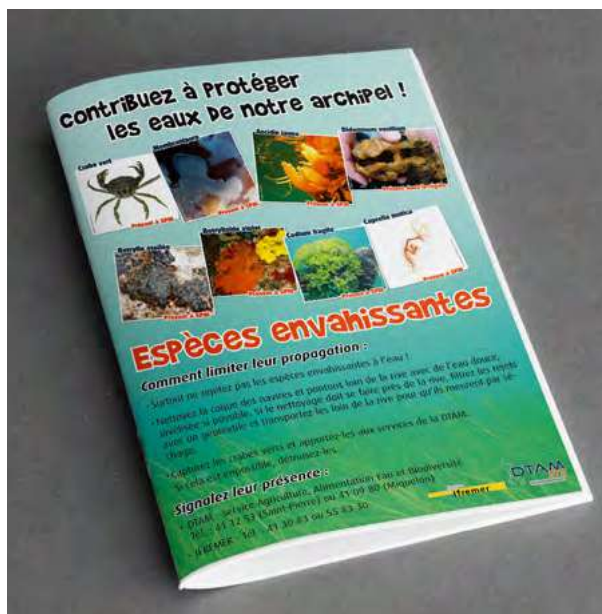


Figure 31 : Exemple de plaquette de sensibilisation sur les EEE marines © DTAM Saint-Pierre-et-Miquelon.

■ CADRE RÉGLEMENTAIRE

La réglementation nationale s'applique à Saint-Pierre-et-Miquelon.

Les articles L 411.5 à 411.10 du Code de l'environnement, modifiés par la Loi pour la reconquête de la biodiversité d'août 2016, visent à la prévention de l'introduction et de la propagation des espèces exotiques envahissantes. Des listes d'espèces dont l'introduction dans le milieu est interdite, qu'elle soit volontaire, par négligence ou par imprudence, sont fixées par arrêté conjoint du ministre chargé de la protection de la nature et du ministre chargé de l'agriculture ou, lorsqu'il s'agit d'espèces marines, du ministre chargé des pêches maritimes.

Les articles L 218 -82 et L. 218-83 du Code de l'environnement ont pour objectif de prévenir et réduire le déplacement d'organismes aquatiques nuisibles et pathogènes au moyen du contrôle et de la gestion des eaux de ballast et des sédiments des navires. Les navires pénétrant ou navigant dans les eaux sous souveraineté ou sous juridiction française sont tenus :

- soit de procéder au renouvellement des eaux de ballast ou de gérer les eaux de ballast et les sédiments au moyen d'équipements embarqués approuvés ;
- soit d'attester que les caractéristiques du navire et les conditions de l'escale ne les conduiront pas à déballaster dans les eaux sous souveraineté ou sous juridiction française.

■ ESPÈCES EXOTIQUES ENVAHISSANTES MARINES DANS LA RÉGION ATLANTIQUE NORD-OUEST

Une espèce exotique envahissante n'ayant pas encore été observée à Saint-Pierre-et-Miquelon est signalée dans la région de l'archipel (Golfe du Maine, Baie de Fundy, Terre Neuve). Ce crabe, *Hemigrapsus sanguineus*, peut avoir des impacts importants sur les écosystèmes dans lesquels il est introduit. Comme le Crabe

vert, il pourrait entrer en compétition avec les espèces indigènes et serait susceptible d'entraîner des modifications dans la chaîne alimentaire, ainsi qu'une nuisance pour l'aquaculture (Molnar *et al.*, 2008).

■ COOPÉRATION RÉGIONALE

Une coopération avec le ministère canadien des pêches et des océans a été engagée depuis 2012. Cette coopération a notamment bénéficié à la mise en place et à l'amélioration du réseau

de surveillance des ascidies et du Crabe vert. Saint-Pierre-et-Miquelon est maintenant intégrée dans le réseau canadien de surveillance des espèces exotiques envahissantes marines.

LES ÎLES SUBANTARCTIQUES ET LA TERRE ADÉLIE

■ BILAN ET IMPACT DES ESPÈCES EXOTIQUES

A l'heure actuelle, il n'existe aucune donnée scientifique témoignant de la présence d'espèces exotiques en milieu marin dans les îles subantarctiques et sur les côtes de la Terre Adélie.

Depuis les années 1950 jusqu'aux années 1990, sept espèces de salmonidés ont été introduites à Kerguelen. Cinq d'entre-



elles, dont la truite (*Salmo trutta*), sont toujours présentes dans les cours d'eau de l'île, et des recherches sont actuellement en cours pour étudier leur comportement lors des phases de migration en mer et leurs éventuels impacts sur le milieu marin²⁴.

■ VECTEURS D'INTRODUCTION ET PRINCIPAUX SITES À ENJEUX

Les îles subantarctiques ne possèdent que des zones de mouillages. Leur desserte se fait via le navire Marion Dufresne (passagers, fret et fuel). D'autres navires scientifiques et militaires y font parfois escale. Le trafic maritime y est donc limité, cependant des navires de pêche et de plaisance mouillent occasionnellement à Kerguelen, parfois sans être recensés. Il n'y a pas d'installations aquacoles. Malgré l'isolement de ces îles, le risque d'introduction d'espèces exotiques marines est réel compte tenu de l'accroissement du trafic maritime dans la région pour des activités tou-

ristiques, halieutiques et océanographiques. Le Marion Dufresne, bateau principal des TAAF, et les autres moyens nautiques de la collectivité devrait faire l'objet d'une attention particulière.

La Terre Adélie est quant à elle desservie par l'Astrolabe. Lors d'une étude conduite dans le port de Hobart en Tasmanie, plusieurs espèces exotiques ont été observées en abondance sur la coque du navire dont l'ascidie *Ciona intestinalis*, une algue du genre *Ulva* et le crustacé cirripède *Austrominius modestus* (Lewis *et al.*, 2003).

■ CONNAISSANCES ET GESTION

Les îles subantarctiques sont le lieu d'une recherche intense en écologie conduite depuis plus de cinquante ans. L'institut polaire français Paul-Emile Victor (IPEV) soutient et organise l'essentiel des activités de recherche. La zone atelier antarctique (ZATA) du CNRS fédère de nombreux programmes de recherche de l'IPEV portants sur les modifications de la biodiversité et du fonctionnement des écosystèmes sous l'influence des activités de l'homme et des changements climatiques. Dans ce contexte, les invasions biologiques terrestres ont fait l'objet de nombreux travaux.

L'amélioration de la connaissance sur les espèces marines et la mise en place d'observatoires sont identifiées comme prioritaires. Ainsi, depuis 2011, un observatoire marin côtier est mis en œuvre autour des îles Kerguelen dans le cadre du programme Proteker²⁵. Un suivi spécifique a été instauré, reposant sur un dispositif constitué de placettes de colonisation installées en huit sites de l'archipel. Des analyses d'image et génétiques sont en

cours afin de vérifier l'implantation éventuelle d'espèces exotiques adultes et/ou de leurs larves.



Echantillonnage de la faune et de la flore benthique de Kerguelen dans le cadre du programme Proteker © Thomas Saucède

24 • Programme scientifique IPEV 1041 « Salmevol ».

25 • Programme scientifique IPEV 1044 « Proteker »

La gestion de la Réserve naturelle nationale des Terres australes françaises est mise en œuvre par l'administration des TAAF avec la collaboration de plusieurs organismes scientifiques soutenus par l'IPEV. Un plan de gestion pluriannuel est validé par différents organismes dont le comité de l'environnement polaire et

le conseil consultatif des TAAF. Le plan de gestion 2018-2027 de la réserve comporte de nombreuses actions pour prévenir et surveiller les invasions biologiques marines, et pour améliorer la connaissance sur ces espèces par le biais d'inventaires et sur les mécanismes d'introduction et de dispersion.

■ CADRE RÉGLEMENTAIRE

Les contextes réglementaires et de gestion dans les îles subantarctiques et la Terre Adélie sont très différents.

La pêche est interdite dans la mer territoriale autour de chaque archipel des îles subantarctiques et soumise à autorisation dans leur ZEE.

Les navires de plaisance souhaitant mouiller dans la mer territoriale autour des archipels de Crozet, Kerguelen et Saint-Paul et Amsterdam doivent en faire la demande auprès du préfet, administrateur supérieur des TAAF (arrêté n°2007-01 du 5 janvier 2007).

Les îles australes sont classées en réserve naturelle nationale par un décret du 3 octobre 2006. Elles bénéficient également d'une protection internationale en tant que zone humide Ramsar. Certaines des îles font l'objet de zones de protection intégrale et de sites réservés à la recherche scientifique et technique, dont l'accès est interdit.

La Terre Adélie est régie par un dispositif spécifique découlant de traités internationaux dont le principal est le traité de l'Antarctique. Le protocole sur la protection de l'environnement de ce traité interdit l'introduction d'espèces non-indigènes dans les eaux antarctiques.

■ ESPÈCES EXOTIQUES ENVAHISSANTES MARINES DANS L'OCÉAN AUSTRAL

Les invasions biologiques marines ne sont pas documentées dans les îles voisines des îles subantarctiques françaises (île Marion, île du prince Edward, îles Heard et Mac Donald)

L'étoile de mer *Asterias amurensis*, introduite dans le sud de l'Australie probablement par des larves transportées dans les eaux de ballast, pourrait profiter des modifications des conditions environnementales (réchauffement des eaux, modifications

des courants marins) pour étendre son aire de répartition aux îles subantarctiques (Byrne *et al.* 2016).

Le Crabe araignée *Hyas araneus*, originaire de l'Atlantique Nord et de l'Arctique, a été découvert dans la Péninsule Antarctique en 2004 (Tavares & De Melo, 2004). Il aurait été introduit vraisemblablement via les eaux de ballast ou les coffres de prises d'eau des navires. Son impact n'est pas documenté.

■ COOPÉRATION RÉGIONALE

La coopération régionale s'organise autour de deux instruments principaux :

- le protocole sur la protection de l'environnement au Traité de l'Antarctique, qui est l'instrument international clé sur les problématiques environnementales dans cette région au sud du 60^{ème} parallèle sud ;
- la Convention sur la conservation de la faune et la flore marines de l'Antarctique (CCAMLR) qui a pour objectif la conservation des ressources marines vivantes de la région et couvre une très grande zone comprenant une partie de l'océan austral dont les archipels de Crozet et de Kerguelen.



© Réserve marine de la Réunion



Bibliographie et annexes

Bibliographie	84
Annexe 1 : Espèces exotiques marines recensées dans les collectivités françaises d'outre-mer.	92
Annexe 2 : Espèces cryptogènes marines recensées dans les collectivités françaises d'outre-mer.	94
Annexe 3 : Espèces exotiques envahissantes et potentiellement envahissantes marines recensées dans les régions voisines des collectivités françaises d'outre-mer.	95
Annexe 4 : Exemples de programmes de gestion et de surveillance d'espèces exotiques et cryptogènes marines des collectivités françaises d'outre-mer.	98

■ BIBLIOGRAPHIE

Bases de données

Bishop Museum and University of Hawaii. Guidebook of Introduced Marine Species of Hawaii. <http://www2.bishopmuseum.org/HBS/invertguide/algaeintro.htm>

Fofonoff, P.W., Ruiz, G.M., Steves, B. & Carlton, J.T. (2003). National Exotic Marine and Estuarine Species Information System. <http://invasions.si.edu/nemesis/>

Gargominy, O., Terceir, S., Régnier, C., Ramage, T., Dupont, P., Daszkiewicz, P. & Poncet, L. (2018). TAXREF v12, référentiel taxonomique pour la France : méthodologie, mise en oeuvre et diffusion. Muséum national d'Histoire naturelle, Paris. Rapport Patrinat 2018-117. 156 pp.

ISSG. (2015). The Global Invasive Species Database. Invasive Species Specialist Group. Version 2015.1. <http://www.iucngisd.org/gisd/>

Molnar, J.L., Gamboa, R.L., Revenga, C., and Spalding, M.D. (2008). Assessing the global threat of invasive species to marine biodiversity. *Frontiers in Ecology and the Environment*. Database of global marine invasive species threats. <https://conservation-gateway.org/ConservationPractices/Marine/Pages/marineinvasives.aspx>

Pagad, S., Hayes, K., Katsanevakis, S., and Costello, M. J. (2017). World Register of Introduced Marine Species (WRIMS). <http://www.marinespecies.org/introduced>

WoRMS Editorial Board. (2017). World Register of Marine Species. <http://www.marinespecies.org> at VLIZ.

Articles et rapports

Acosta, H., and Forrest, B.M. (2009). The spread of marine non-indigenous species via recreational boating: A conceptual model for risk assessment based on fault tree analysis. *Ecological Modelling* 220, 1586-1598.

Adjeroud, M. (2012). Prolifération de l'étoile de mer corallivore *Acanthaster planci* dans le lagon sud-ouest de Nouvelle-Calédonie : état des lieux en juin 2012 et impacts sur les communautés coralliennes. IRD, CEIL. 49 pp.

Adjeroud, M., Kayal, M., Peignon, C., Juncker, M., Mills, S.C., Beldade, R., and Dumas, P. (2018). Ephemeral and localized outbreaks of the coral predator *Acanthaster cf. solaris* in the southwestern lagoon of New Caledonia. *Zoological Studies* 57, 4.

Albins, M., and Hixon, M. (2008). Invasive Indo-Pacific lionfish *Pterois volitans* reduce recruitment of Atlantic coral-reef fishes. *Marine Ecology Progress Series* 367, 233-238.

Albins, M.A., and Hixon, M.A. (2013). Worst case scenario: potential long-term effects of invasive predatory lionfish (*Pterois volitans*) on Atlantic and Caribbean coral-reef communities. *Environ Biol Fish* 96, 1151-1157.

Andreakis, N., Costello, P., Zanolla, M., Saunders, G.W., and Mata, L. (2016). Endemic or introduced? Phylogeography of *Asparagopsis* (Florideophyceae) in Australia reveals multiple introductions and a new mitochondrial lineage. *J. Phycol.* 52, 141-147.

Andréfouët, S., Bruckner, A., Chabran, L., Campanozzi-Tarahu, J., and Dempsey, A. (2014). Spread of the green snail *Turbo marmoratus* in French Polynesia 45 years after its introduction and implications for fishery management. *Ocean & Coastal Management* 96, 42-50.

ANSES. (2017). Expositions aux émanations d'algues sargasses en décomposition aux Antilles et en Guyane. Avis révisé de l'Anses, rapport d'expertise collective. 162 pp.

Ardura, A., Planes, S., and Garcia-Vazquez, E. (2015). Aliens in Paradise. Boat density and exotic coastal mollusks in Moorea Island (French Polynesia). *Marine Environmental Research* 112, 56-63.

Ardura, A., Juanes, F., Planes, S., and Garcia-Vazquez, E. (2016). Rate of biological invasions is lower in coastal marine protected areas. *Scientific Reports*, Nature Publishing Group 6, pp. 33013.

Aronson, R.B., and Precht, W.F. (2001). White-band disease and the changing face of Caribbean coral reefs. In *The Ecology and Etiology of Newly Emerging Marine Diseases*, (Springer, Dordrecht), pp. 25-38.

Awad, A. (2015). Report on the invasive species component of the MEDA's, TDA & SAP for the ASCLEM project. 96 pp.

Awad, A., and Jackson, L. (2015). An overview of marine invasive species in the WIO. Commission de l'Océan Indien. Rapport, 73 pp.

Awad, A., Haag, F., Anil, A. C., and Abdulla, A. (2014). GEF-UNDP-IMO GloBallast Partnerships Programme, IOI, CSIR-NIO and IUCN. Guidance on Port Biological Baseline Surveys (Vol. 22, p. 48). GEF-UNDP-IMO GloBallast Partnerships, London, UK. GloBallast Monograph.

Baumel, A., Ainouche, M.L., Misset, M.T., Gourret, J-P., and Bayer, R.J. (2003). Genetic evidence for hybridization between the native *Spartina maritima* and the introduced *Spartina alterniflora* (Poaceae) in South-West France: *Spartina* × *neyrautii* re-examined. *Plant Systematics and Evolution* 237, 87-97.

Bax, N., Williamson, A., Aguero, M., Gonzalez, E., and Geeves, W. (2003). Marine invasive alien species: a threat to global biodiversity. *Marine Policy* 27, 313-323.

Bellar, C., Thuiller, W., Leroy, B., Genovesi, P., Bakkenes, M., and Courchamp, F. (2013). Will climate change promote future invasions? *Global Change Biology* 19, 3740-3748.

Betancur, R., Hines, A., Acero, A., Orti, G., Wilbur, A.E., and Feshwater, W. (2011). Reconstructing the lionfish invasion: insights into Greater Caribbean biogeography. *Journal of Biogeography* 38, 1281-1293.

- Binet, T., and Smidt, O. (2015). Evaluation économique de la lutte contre le poisson-lion dans les Petites Antilles françaises. Etude relative au projet PoLiPA - Poisson-lion dans les petites Antilles : gestion, lutte, recherche et coordination. Vertigo Lab, OMMM, SNB. 59 pp.
- Blackburn, T.M., Pyšek, P., Bacher, S., Carlton, J.T., Duncan, R.P., Jarošík, V., Wilson, J.R.U., and Richardson, D.M. (2011). A proposed unified framework for biological invasions. *Trends in Ecology & Evolution* 26, 333-339.
- Bouchon, C., and Bouchon-Navaro, Y. (2010). Invasion de la mer Caraïbes par *Pterois volitans* et *P. miles*. Rapport scientifique. Université des Antilles et de la Guyane. 24 pp.
- Bouchon, C., Mellinger, J., and Bouchon-Navaro, Y. (2015). *Halophila stipulacea* : une espèce invasive de Phanérogame marine dans les Antilles. Université des Antilles. 18 pp.
- Brescianini, C., Grillo, C., Melchiorre, N., Bertolotto, R., Ferrari, A., Vivaldi, B., Icardi, G., Gramaccioni, L., Funari, E., and Scardala, S. (2006). *Osteopsis ovata* algal blooms affecting human health in Genova, Italy, 2005 and 2006. *Euro Surveillance* 11(36), pii=3040.
- Brown, E.A., Chain, F.J.J., Zhan, A., MacIsaac, H.J., and Cristescu, M.E. (2016). Early detection of aquatic invaders using metabarcoding reveals a high number of non-indigenous species in Canadian ports. *Diversity Distrib.* 22, 1045-1059.
- Brugneaux, S., Lagouy, E., Alloncle, N., and Gabrie, C. (2010). Analyse écorégionale marine de Polynésie française. CRISP, Agence des aires marines protégées, WWF. 138 pp.
- Burfeind, D.D., Pitt, K.A., Connolly, R.M., and Byers, J.E. (2013). Performances of non-native species within marine reserves. *Biological Invasions* 15, 17-28.
- Byrne, M., Gall, M., Wolfe, K., and Agüera, A. (2016). From pole to pole: The potential for the Arctic seastar *Asterias amurensis* to invade a warming Southern Ocean. *Global Change Biology* 22, 3874-3887.
- CABI. (2017). *Ulva ohnoi* [original text by Masanori Hiraoka, Usa Marine Institute, Kochi Univ, Inoshiri, Usa, Tosa, Kochi 781-1164, Japan]. In: *Invasive Species Compendium*. Wallingford, UK: CAB International. <https://www.cabi.org/isc/datasheet/109162>
- Caceres, S., and Decalf, G. (2015). Stratégie de lutte contre les espèces animales invasives à Mayotte. 2015-2020. Rapport ONCFS/DEAL Mayotte. 73 pp. + annexes
- Carlton, J.T. (1985). Transoceanic and interoceanic dispersal of coastal marine organisms: the biology of ballast water. *Oceanography and Marine Biology Annual Review* 23, 313-371.
- Carlton, J.T. (1996). Biological Invasions and Cryptogenic Species. *Ecology* 77, 1653-1655.
- Carlton J.T., and Eldredge, L.G. (2015). Update and revisions of the marine bioinvasions of Hawai'i: the introduced and cryptogenic marine and estuarine animals and plants of the Hawaiian Archipelago. *Bishop Museum Bulletin in Zoology* 9, 25-47.
- Carturan, B. (2011). Impact de l'espèce invasive *Halophila stipulacea* sur la biodiversité des herbiers de magnoliophytes marines en Martinique. Université de la Méditerranée, Centre d'Océanologie de Marseille. 55 pp.
- Casal, C.M.V. (2006). Global Documentation of Fish Introductions: the Growing Crisis and Recommendations for Action. *Biol Invasions* 8, 3-11.
- CEN Nouvelle-Calédonie. (2017). Stratégie de lutte contre les espèces exotiques envahissantes dans les espaces naturels de Nouvelle-Calédonie. Document cadre du Conservatoire des Espaces Naturels de Nouvelle-Calédonie, 107 pp.
- CEN Nouvelle-Calédonie (2018). Stratégie de lutte contre les espèces exotiques envahissantes dans les espaces naturels de Nouvelle-Calédonie. Synthèse et poster des 70 espèces exotiques envahissantes prioritaires, 12 pp.
- Christianen, M. J., Smulders, F. O., Engel, M. S., Nava, M. I., Willis, S., Debrot, A. O., Palsbøll, P.J., Vonk, J.A., and Becking, L. E. (2018). Megaherbivores may impact expansion of invasive seagrass in the Caribbean. *Journal of Ecology* 107, 45-57.
- CIEM. (2005). Code de conduite du CIEM pour les introductions et transferts d'organismes marins 2005. Conseil International pour l'exploration de la mer. 30 pp.
- Clarke Murray, C., Pakhomov, E.A., and Theriault, T.W. (2011). Recreational boating: a large unregulated vector transporting marine invasive species. *Diversity and Distributions* 17, 1161-1172.
- Conand, C. (1983). Abondance, cycle sexuel et relations biométriques de l'étoile de mer *Acanthaster planci* en Nouvelle-Calédonie. Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-mer, Centre de Nouméa. 46 pp.
- Conklin, E.J., and Smith, J.E. (2005). Abundance and Spread of the Invasive Red Algae, *Kappaphycus spp.*, in Kane'ohe Bay, Hawai'i and an Experimental Assessment of Management Options. *Biol Invasions* 7, 1029-1039.
- Courchamp, F., Fournier, A., Bellard, C., Bertelsmeier, C., Bonnaud, E., Jeschke, J. M., and Russell, J. C. (2017). Invasion Biology: Specific Problems and Possible Solutions. *Trends in Ecology & Evolution* 32, 13-22.
- Courtenay, W.R., Jr. (1995). Marine fish introductions in southeastern Florida. *Am. Fish. Soc. Introduced Fish Section Newsletter* 14, 2-3.
- Coutts, A.D.M., and Dodgshun, T.J. (2007). The nature and extent of organisms in vessel sea-chests: a protected mechanism for marine bioinvasions. *Marine Pollution Bulletin* 54, 875-886.
- Coutts, A.D.M., Moore, K.M., and Hewitt, C.L. (2003). Ships' sea-chests: an overlooked transfer mechanism for non-indigenous marine species? *Marine Pollution Bulletin* 46, 1504-1515.
- Creed, J.C. (2006). Two invasive alien azooxanthellate corals, *Tubastraea coccinea* and *Tubastraea tagusensis*, dominate the native zooxanthellate *Mussismilia hispida* in Brazil. *Coral Reefs* 25, 350.

- Creed, J.C., Fenner, D., Sammarco, P., and Cairns, S. (2017). The invasion of the azooxanthellate coral *Tubastraea* (Scleractinia: Dendrophylliidae) throughout the world: history, pathways and vectors. *Biological Invasions* 19, 283-305.
- Da Silva, A. G., De Paula, A. F., Fleury, B. G., and Creed, J. C. (2014). Eleven years of range expansion of two invasive corals (*Tubastraea coccinea* and *Tubastraea tagusensis*) through the southwest Atlantic (Brazil). *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 141, 9-16.
- Dawson, M.N., Gupta, A.S., and England, M.H. (2005). Coupled biophysical global ocean model and molecular genetic analyses identify multiple introductions of cryptogenic species. *PNAS* 102, 11968-11973.
- DEAL Guadeloupe, DEAL Martinique. (2011). Diagnostic sur l'invasion biologique aux Antilles françaises. Stratégie de suivi et de prévention. 33 pp.
- Debrot, A.O., van Buurt, G., and Vermeij, M.J.A. (2011). Preliminary overview of exotic and invasive marine species in the Dutch Caribbean. 31 pp.
- Delnatte, C., and Wynne, M.J. (2016). A revised checklist of marine algae and seagrasses of Martinique, French West Indies. *Nova Hedwigia* 102, 415-440.
- De Poorter, M., Darby, C., and MacKay, J. (2009). Menace en mer, les espèces exotiques envahissantes dans l'environnement marin. UICN. 32 pp.
- Diaz-Ferguson, E.E., and Moyer, G.R. (2014). History, applications, methodological issues and perspectives for the use environmental DNA (eDNA) in marine and freshwater environments. *Rev. Bio. Trop.* 62, 1273-1284.
- Dijoux, L. (2014). La diversité des algues rouges du genre *Asparagopsis* en Nouvelle-Calédonie : approches in situ et moléculaires. Thèse de doctorat de l'Université Pierre et Marie Curie. 229 pp.
- Dijoux, L., Viard, F., and Payri, C. (2014). The More We Search, the More We Find: Discovery of a New Lineage and a New Species Complex in the Genus *Asparagopsis*. *PLOS ONE* 9, e103826.
- Direction de la Mer Martinique. 2017. Monographie Maritime de la Martinique. 98 pp.
- Direction des ressources marines et minières. (2017). La pêche de troca en Polynésie française. Pu Fa'ahotu Moana. 11 pp.
- Eldredge, L.G., and Carlton, J.T. (2002). Hawaiian Marine Bioinvasions: A Preliminary Assessment. *Pacific Science* 56, 211-212.
- Esprit, C. (2017). Bilan des connaissances sur l'Espèce Exotique Envahissante *Halophila stipulacea* en Guadeloupe. Rapport. DEAL Guadeloupe. 82 pp.
- Faimali, M., Giussani, V., Piazza, V., Garaventa, F., Corrà, C., Asnaghi, V., Privitera, D., Gallus, L., Cattaneo-Vietti, R., Mangialajo, L., and Chiantore, M. (2012). Toxic effects of harmful benthic dinoflagellate *Ostreopsis ovata* on invertebrate and vertebrate marine organisms. *Marine Environmental Research* 76, 97-107.
- FAO (1995). Code of conduct for responsible fisheries. <http://www.fao.org/docrep/005/v9878e/v9878e00.htm>
- Ferguson, R. (2000). The effectiveness of Australia's response to the black striped mussel incursion in Darwin, Australia. A report of the Marine Pest Incursion Management workshop - 27-28 August 1999. Department of Environment and Heritage. 75 pp.
- Ferreira, C.E.L., Luiz, O.J., Floeter, S.R., Lucena, M.B., Barbosa, M.C., Rocha, C.R., and Rocha, L.A. (2015). First Record of Invasive Lionfish (*Pterois volitans*) for the Brazilian Coast. *PLOS ONE* 10, e0123002.
- Ferry, R., Buske, Y., Poupin, J., and Smith-Ravin, J. (2017). First record of the invasive swimming crab *Charybdis hellerii* (A. Milne Edwards, 1867) (Crustacea, Portunidae) off Martinique, French Lesser Antilles. *BiolInvasions Records* 6, 239-247.
- Fitridge, I., Dempster, T., Guenther, J., and Nys, R. de (2012). The impact and control of biofouling in marine aquaculture: a review. *Biofouling* 28, 649-669.
- Floyd, T., and Williams, J. (2004). Impact of green crab (*Carcinus maenas* L.) predation on a population of soft-shell clams (*Mya arenaria* L.) in the Southern Gulf of St. Lawrence. *Journal of Shellfish Research* 23, 457.
- Galil, B., Marchini, A., Occhipinti-Ambrogi, A., and Ojaveer, H. (2017). The enlargement of the Suez Canal - Erythraean introductions and management challenges. *Management of Biological Invasions* 8, 141-152.
- Geller, J.B., Darling, J.A., and Carlton, J.T. (2010). Genetic perspectives on marine biological invasions. *Ann Rev Mar Sci* 2, 401-427.
- Giakoumi, S., Guilhaumon, F., Kark, S., Terlizzi, A., Claudet, J., Felling, S., Cerrano, C., Coll, M., Danovaro, R., Fraschetti, S., et al. (2016). Space invaders; biological invasions in marine conservation planning. *Diversity Distrib.* 22, 1220-1231.
- Giakoumi, S., and Pey, A. (2017). Assessing the effects of marine protected areas on biological invasions: a global review. *Frontiers in Marine Science* 4, 49.
- Goldberg, J., and Wilkinson, C. (2004). Global threats to coral reefs: coral bleaching, global climate change, disease, predator plagues and invasive species. *Status of Coral Reefs of the World 2004*, 67-92.
- Gómez Lozano, R., Anderson, L., Akins, J.L., Buddo, D.S.A., García-Moliner, G., Gourdin, F., Laurent, M., Lilyestrom, C., Morris, J.A.Jr., Ramnanan, N., and Torres, R. (2013). Regional Strategy for the Control of Invasive Lionfish in the Wider Caribbean. International Coral Reef Initiative, 31 pp.
- Goudard, A. (2007). Fonctionnement des écosystèmes et invasions biologiques. Importance de la biodiversité et des interactions interspécifiques. Thèse de doctorat en écologie, sous la direction de Michel Loreau. Université Pierre et Marie Curie - Paris VI, 2007, 216 pp.
- Green, S.J., Akins, J.L., Maljković, A., and Côté, I.M. (2012). Invasive Lionfish Drive Atlantic Coral Reef Fish Declines. *PLOS ONE* 7, e32596.

- Hamner, R.M., Freshwater, D.W., and Whitefield, P.E. (2007). Mitochondrial cytochrome b analysis reveals two invasive lionfish species with strong founder effects in the western Atlantic. *Journal of Fish Biology* 71, 214-222.
- Hall-Spencer, J.M., and Allen, R. (2015). The impact of CO₂ emissions on nuisance marine species. *Research and Reports in Biodiversity Studies* 20, 33-46.
- Heil, C.A., Glibert, P.M., and Fan, C. (2005). *Prorocentrum minimum* (Pavillard) Schiller: A review of a harmful algal bloom species of growing worldwide importance. *Harmful Algae* 4, 449-470.
- Hellmann, J.J., Byers, J.E., Bierwagen, B.G., and Dukes, J.S. (2008). Five Potential Consequences of Climate Change for Invasive Species. *Conservation Biology* 22, 534-543.
- Hendler, G., and Brugneaux, S.J. (2013). New records of brittle stars from French Guiana: *Ophiactis savignyi* and the alien species *Ophiethela mirabilis* (Echinodermata: Ophiuroidea). *Marine Biodiversity Records* 6.
- Hewitt, C.L., Campbell, M.L., Thresher, R.E., Martin, R.B., Boyd, S., Cohen, B.F., Currie, D.R., Gomon, M.F., Keough, M.J., Lewis, J.A., *et al.* (2004). Introduced and cryptogenic species in Port Phillip Bay, Victoria, Australia. *Marine Biology* 144, 183-202.
- Hewitt, C. L., Campbell, M.L., and Gollasch, S. (2006). Alien species in aquaculture: considerations for responsible use. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. viii + 32 pp.
- Hily, C., Duchêne, J., Bouchon, C., Bouchon-Navaro, Y., Gigou, A., Payri, C., and Védie, F. (2010). Les herbiers de phanérogames marines de l'outre-mer français. Hily, C., Gabrié, C., Duncombe, M. coord. IFRECOR, Conservatoire du littoral, 140 pp.
- Hoey, A.S., and Bellwood, D.R. (2011). Suppression of herbivory by macroalgal density: a critical feedback on coral reefs? *Ecology Letters* 14, 267-273.
- Ittis, J., Meyer, J.-Y., and Lenormand, V. (2009). Les mangroves des Iles de la Société et de Hawaii : histoires parallèles d'un écosystème introduit. 5 pp.
- Ittis, J., and Meyer, J.-Y. (2010). La mangrove introduite dans les archipels éloignés d'Océanie, entre assimilation et rejet, Alien mangrove in remote archipelagos of Oceania, between assimilation and rejection. *L'Espace géographique Tome* 39, 267-275.
- IUCN. (2017). The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2017-2. <http://www.iucnredlist.org>
- Ivanov, V.P., Kamakin, A.M., Ushitzhev, V.B., Shiganova, T., Zhukova, O., Aladin, N., Wilson, S.I., Harbison, G.R., and Dumont, H.J. (2000). Invasion of the Caspian Sea by the Comb Jellyfish *Mnemiopsis leidyi* (Ctenophora). *Biological Invasions* 2, 255-258.
- Jensen, G. C., McDonald, P. S., and Armstrong, D. A. (2002). East meets west: competitive interactions between green crab *Carcinus maenas*, and native and introduced shore crab *Hemigrapsus spp.* *Marine Ecology Progress Series* 225, 251-262.
- Johnson, D.R., Ko, D.S., Franks, J.S., Moreno, P., and Sanchez-Rubio, G. (2013). The sargassum invasion of the Eastern Caribbean and dynamics of the Equatorial North Atlantic. *Proceedings of the 65th Gulf and Caribbean Fisheries Institute*, Nov. 5-9, Santa Marta, Colombia, pp. 102-103.
- Johnston, M.W., and Purkis, S.J. (2015). Hurricanes accelerated the Florida-Bahamas lionfish invasion. *Glob Change Biol* 21, 2249-2260.
- Kahng, S.E., and Grigg, R.W. (2005). Impact of an alien octocoral, *Carijoa riisei*, on black corals in Hawaii. *Coral Reefs* 24, 556-562.
- Katsanevakis, S., Zenetos, A., Belchior, C., and Cardoso, A.C. (2013). Invading European seas: assessing pathways of introduction of marine aliens. *Ocean & Coastal Management* 76, 64-74.
- Katsanevakis, S., Wallentinus, I., Zenetos, A., Leppäkoski, E., Çinar, M.E., Öztürk, B., Grabowski, M., Golani, D., and Cardoso A.C. (2014). Impacts of invasive alien marine species on ecosystem services and biodiversity: a pan-European review. *Aquatic Invasions* 9, 391-423.
- Kayal, M., Bosserelle, P., and Adjerdoud, M. (2017). Bias associated to the detectability of the coral-eating pest crown-of-thorns seastar (*Acanthaster planci*) and implications for reef management. *Royal Society Open Science* 4, 170396.
- Kraemer, G.P., Sellberg, M., Gordon, A., and Main, J. (2007). Eight-year Record of *Hemigrapsus sanguineus* (Asian Shore Crab) Invasion in Western Long Island Sound Estuary. *Northeastern Naturalist* 14, 207-224.
- Lacoursière-Roussel, A., Bock, D.G., Cristescu, M., Guichard, F., Girard, P., Legendre, P., and McKindsey, C. (2012). Disentangling invasion processes in a dynamic shipping-boating network. *Molecular Ecology* 21, 4227-4241.
- Lam, C., Octavia, S., Reeves, P., Wang, L., and Lan, R. (2010). Evolution of seventh cholera pandemic and origin of 1991 epidemic, Latin America. *Emerging Infectious Diseases* 16, 1130-1132.
- Le Cam, S., and Viard, F. (2011). Infestation of the invasive mollusc *Crepidula fornicata* by the native shell borer *Cliona celata*: a case of high parasite load without detrimental effects. *Biological Invasions* 13, 1087-1098.
- Letourneur, Y., Chabanet, P., Durville, P., Taquet, M., Tessier, E., Parmentier, M., Quéro, J.-C., and Pothin, K. (2004). An updated checklist of the marine fish fauna of Reunion Island, South-western Indian Ocean. *Cybiu* 28, 199-216.
- Lessios, H.A. (1988). Mass Mortality of *Diadema antillarum* in the Caribbean: What Have We Learned? *Annual Review of Ecology and Systematics* 19, 371-393.
- Lewis, P.N., Hewitt, C.L., Riddle, M., and McMinn, A. (2003). Marine introductions in the Southern Ocean: an unrecognised hazard to biodiversity. *Marine Pollution Bulletin* 46, 213-223.
- Lowe, S., Browne, M., Boudjelas, S., and De Poorter, M. (2007). 100 espèces exotiques envahissantes parmi les plus néfastes au monde. Une sélection de la Global Invasive Species Database. Invasive Species Specialist Group. 12 pp.

- Mainka, S.A., and Howard, G.W. (2010). Climate change and invasive species: double jeopardy. *Integrative Zoology* 5, 102-111.
- Maréchal, J-P., Meesters, E.H., Védie, F., and Hellio, C. (2013). Occurrence of the alien seagrass *Halophila stipulacea* in Martinique (French West Indies). *Marine Biodiversity Records* 6, e127.
- Martinez, E., Maamaatuaiahutapu K., Payri, C., and Ganachaud, A. (2007). *Turbinaria ornata* invasion in the Tuamotu Archipelago, French Polynesia: ocean drift connectivity. *Coral Reefs* 26, 79-86.
- Martinez, C., Rockel, S., and Vieux, C. (2017). European Overseas coastal and marine protected areas. Overview of coastal and marine conservation efforts in the European Union's Overseas Countries and Territories and Outermost Regions. Gland, Switzerland: IUCN, xxvii + 182 pp.
- Mazeas, F. (2014). Note Sargasses. DEAL Guadeloupe. 5 pp.
- Meliane, I., and Hewitt, C. (2005). Gaps and priorities in addressing marine invasive species. IUCN Informations document. 9 pp.
- Meyer, J-Y., Barnerias, C., Barrière, P., Chalifour, J., Decalf, J., et al. (2015). Les espèces exotiques envahissantes dans les outre-mer français : constats, enjeux et défis. UICN France. Synthèse des Assises nationales « Espèces exotiques envahissantes : vers un renforcement des stratégies d'action ». UICN France. pp. 16-21.
- Minchin, D. (2007). Aquaculture and transport in a changing environment : overlap and links in the spread of alien biota. *Marine Pollution Bulletin* 55, 302-313.
- Ministry for the Environment & Statistics New Zealand. (2016). Marine non-indigenous species. http://archive.stats.govt.nz/browse_for_stats/environment/environmental-reporting-series/environmental-indicators/Home/Marine/marine-pests.aspx, consulté le 20 septembre 2018.
- Miron, G., Audet, D., Landry, T., and Moriyasu, M. (2005). Predation potential of the invasive green crab (*Carcinus maenas*) and other common predators on commercial bivalve species found on Prince Edward Island. *Journal of Shellfish Research* 24, 579-586.
- Moisan. (2014). Première étude de l'herbier *Halophila stipulacea* dans les eaux de Saint-Martin (FWI). Mémoire de Master, Université Di Corsica. 37 pp.
- Molnar, J.L., Gamboa, R.L., Revenga, C., and Spalding, M.D. (2008). Assessing the global threat of invasive species to marine biodiversity. *Frontiers in Ecology and the Environment* 6, 485-492.
- Morris, J., and Whitfield, P.E. (2009). Biology, ecology, control and management of the invasive Indo-Pacific lionfish: An updated integrated assessment. NOAA Technical Memorandum NOS NC-COS 99. 57 pp.
- MPO. (2013). Avis scientifique issu de l'Évaluation des risques posés par cinq espèces de tuniciers sessiles. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2012/049.
- Nunes, A. L., Katsanevakis, S., Zenetos, A., and Cardoso, A. C. (2014). Gateways to alien invasions in the European seas. *Aquatic Invasions* 9, 133-144.
- Occhipinti-Ambrogi, A., and Galil, B. (2010). Marine alien species as an aspect of global change. *Advances in Oceanography and Limnology* 1, 199-218.
- Ojaveer, H., Galil, B.S., Michin, D., Olenin, S., Amorim, A., et al. (2014). Ten recommendations for advancing the assessment and management of non-indigenous species in marine ecosystems. *Marine Policy* 44, 160-165.
- Ojaveer, H., Galil, B.S., Campbell, M.L., Carlton, J.T., Canning-Clode, J., Cook, E., Davidson, A.D., Hewitt, C.L., Jelmert, A., Marchini, A., McKenzie, C.H., Michin, D., Occhipinti-Ambrogi, A., Olenin, S., and Ruiz, G. (2015). Classification of non-indigenous species based on their impacts: considerations for application in marine management. *PLoS Biol* 13, e1002130.
- OMI (2012). Guidelines for the Control and Management of Ships' Biofouling to Minimize the Transfer of Invasive Aquatic Species (Ships' Biofouling), 2012 Edition.
- Otani, M. (2006). Important vectors for marine organisms unintentionally introduced to Japanese waters. in Koike, F., Clout, M.N., Kawamichi, M., De Poorter, M. and Iwatsuki, K. (Eds). *Assessment and Control of Biological Invasion Risks*. pp. 92 - 103.
- Otero, M., Cebrian, E., Francour, P., Galil, B., and Savini, D. (2013). Monitoring marine invasive species in Mediterranean marine protected areas (MPAs): a strategy and practical guide for managers. Malaga, Spain. IUCN, 136 pp.
- Padilla, D.K., and Williams, S.L. (2004). Beyond ballast water: aquarium and ornamental trades as sources of invasive species in aquatic ecosystems. *Frontiers in Ecology and the Environment* 2, 131-138.
- Pascal, N., Leport, G., Allenbach, M., Marchand, C., Failler, P., Petre, E., and Marechal, J.P. (2016). Valeur économique des services rendus par les récifs coralliens et écosystèmes associés des outre-mer. Rapport Ifreco, 56 pp.
- Pascal O., Touroult J., and Bouchet P. (2015). Expédition « La Planète Revisitée » Guyane 2014-2015, Synthèse des premiers résultats. Muséum national d'Histoire naturelle ; Pro-Natura International. 218 pp.
- Quod, J.P., Malfait, G., and Secrétariat national de l'IFRECOR (2016). Etat des récifs coralliens et des écosystèmes associés des outre-mer français en 2015. Documentation Ifreco, 168 pp.
- Raghunathan, C., Venkataraman, K., Satyanarayana, C., and Rajkumar, R. (2013). An Invasion of Snowflake Coral *Carijoa riisei* (Duchassaing and Michelotti 1860) in Indian Seas: Threats to Coral Reef Ecosystem. In *Ecology and Conservation of Tropical Marine Faunal Communities*, (Springer, Berlin, Heidelberg), pp. 381-393.
- Randall, C.J., and van Woesik, R. (2015). Contemporary white-band disease in Caribbean corals driven by climate change. *Nature Clim. Change* 5, 375-379.
- Richardson, D-M., Pysek, P., Barbour, M-G., Panetta, F-D., Rejmanek, M., and Wests, C-J. (2000). Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definition. *Diversity and Distributions* 6, 93-107.

- Robinson, T.B., Alexander, M.E., Simon, C.A., Griffiths, C.L., Peters, K., Sibanda, S., Miza, S., Majiedt, P., and Sink, K.J. (2016). Lost in translation? Standardising the terminology used in marine invasion biology and updating South African alien species lists. *African Journal of Marine Science* 38, 129-140.
- Ropes, J.W. (1968). The feeding habitsof the green crab *Carcinus maenas* (L.) *Fishery Bulletin* 67, 183-203.
- Sánchez, J.A., and Ballesteros, D. (2014). The invasive snowflake coral (*Carijoa riisei*) in the Tropical Eastern Pacific, Colombia. *Revista de Biología Tropical* 62, 199-207.
- Scheibling, R., and Anthony, S. (2001). Feeding, growth and reproduction of sea urchins (*Strongylocentrotus droebachiensis*) on single and mixed diets of kelp (*Laminaria* spp.) and the invasive alga *Codium fragile* ssp. *tomentosoides*. *Marine Biology* 139, 139-146.
- Scheibling, R.E., and Gagnon, P. (2006). Competitive interactions between the invasive green alga *Codium fragile* ssp. *tomentosoides* and native canopy-forming seaweeds in Nova Scotia (Canada). *Marine Ecology Progress Series* 325, 1-14.
- Schembri, P.J., Bodilis, P., Evans, J., and Francour, P. (2010). Occurrence of barred knifejaw, *Oplegnatus fasciatus* (Actinopterygii: Perciformes: Oplegnathidae), in Malta (Central Mediterranean) with a discussion on possible modes of entry. *Acta Ichthyologica et Piscatoria* 40, 101-104.
- Seebens, H., Schwartz, N., Schupp, P.J., and Blasius, B. (2016). Predicting the spread of marine species introduced by global shipping. *PNAS* 113, 5646-5651.
- Seebens, H. *et al.* (2017). No saturation in the accumulation of alien species worldwide. *Nat. Commun.* 8, 14435.
- Sellier, M., Poitevin, P., Goraguer, H., Fauré, J-M., and Goulletquer, P. (2013). Suivi des espèces envahissantes marines à Saint-Pierre et Miquelon. Association de recherche et développement pour l'aquaculture. 74 pp.
- Sellier, M., Poitevin, P., Goraguer, H., Fauré, J-M., and Goulletquer, P. (2014). Suivi des espèces envahissantes marines à Saint-Pierre et Miquelon. Association de recherche et développement pour l'aquaculture. 67 pp.
- Semmens, B.X., Buhle, E.R., Salomon, A.K., and Pattengill-Semmens, C.V. (2004). A hotspot of non-native marine fishes: evidence for the aquarium trade as an invasion pathway. *Marine Ecology Progress Series* 266, 239-244.
- Sherman, C.D.H., Lotterhos, K.E., Richardson, M.F., Tepolt, C.K., Rollins, L.A., Palumbi, S.R., and Miller, A.D. (2016). What are we missing about marine invasions? Filling in the gaps with evolutionary genomics. *Marine Biology* 163, 198.
- Shiganova, T., Mirzoyan, Z., Studenikina, E., Volovik, S., Sio-kou-Frangou, I., Zervoudaki, S., Christou, E., Skirta, A., and Dumont, H. (2001). Population development of the invader ctenophore *Mnemiopsis leidyi*, in the Black Sea and in other seas of the Mediterranean basin. *Marine Biology* 139, 431-445.
- Smith, J.E., Hunter, C.L., and Smith, C.M. (2002). Distribution and Reproductive Characteristics of Nonindigenous and Invasive Marine Algae in the Hawaiian Islands. *Pacific Science* 56, 299-315.
- Sorte, C.J.B., Williams, S.L., and Zerebecki, R.A. (2010). Ocean warming increases threat of invasive species in a marine fouling community. *Ecology* 91, 2198-2204.
- SPREP. (2006). Shipping-related introduced marine pests in the pacific islands: a regional strategy. Secretariat of the Pacific Environment Programme. 56 pp.
- Spalding, M.D., Fox, H.E., Allen, G.R., Davidson, N., Ferdaña, Z.A., Finlayson, M., Halpern, B.S., Jorge, M.A., Lombana, A., Lourie, S.A., *et al.* (2007). Marine Ecoregions of the World: A Bioregionalization of Coastal and Shelf Areas. *BioScience* 57, 573-583.
- Stachowicz, J.J., Terwin, J.R., Whitlatch, R.B., and Osman, R.W. (2002). Linking climate change and biological invasions: Ocean warming facilitates nonindigenous species invasions. *PNAS* 99, 15497-15500.
- Steiner, S.C.C., and Willette, D. A. (2015). The expansion of *Halophila stipulacea* (Hydrocharitaceae, Angiospermae) is changing the seagrass landscape in the Commonwealth of Dominica, Lesser Antilles. *Caribbean Naturalist* 22, 1-19.
- Stiger, V., and Payri, C. E. (1999). Spatial and seasonal variations in the biological characteristics of two invasive brown algae, *Turbinaria ornata* (Turner) J. Agardh and *Sargassum mangarevense* (Grunow) Setchell (Sargassaceae, Fucales) spreading on the reefs of Tahiti (French Polynesia). *Botanica Marina* 42, 295-306.
- Stiger, V., and Payri, C. E. (2005). Natural settlement dynamics of a young population of *Turbinaria ornata* and phenological comparisons with older populations. *Aquatic botany* 81, 225-243.
- Sylvester, F., Kalaci, O., Leung B., Lacoursière-Roussel A., Clarke Murray, C., Choi, F.M., Bravo, M.A., Therriault, T.W., Hugh J., and MacIsaac, H.J. (2011). Hull fouling as an invasion vector: can simple models explain a complex problem? *Journal of Applied Ecology* 48, 415-423.
- Tamelander, J., Riddering, L., Haag, F., and Matheickal, J. (2010). Guidelines for development of a national ballast water management strategy. GEF-UNDP-IMO GloBallast, London, UK and IUCN, Gland, Switzerland. Globallast Monograph Series No. 18.
- Tavares, M., and Amouroux, J.-M. (2003). First record of the nonindigenous crab, *Charybdis hellerii* (A. Milne-Edwards, 1867) from French Guyana (Decapoda, Brachyura, Portunidae). *Crustaceana* 76, 625-630.
- Tavares, M., and De Melo, G. A. (2004). Discovery of the first known benthic invasive species in the Southern Ocean: the North Atlantic spider crab *Hias araneus* found in the Antarctic Peninsula. *Antarctic Science* 16, 129-131.
- Trégarot, E., Fumaroli, M., Arqué, A., Hellio, C., and Maréchal, J.-P. (2015). First records of the red lionfish (*Pterois volitans*) in Martinique, French West Indies: monitoring invasion status through visual surveys. *Marine Biodiversity Records* 8, 1-7.

Thresher, R.E., and Kuris, A.M. (2004). Options for Managing Invasive Marine Species. *Biological Invasions* 6, 295-300.

Vandel, E., Grellier, M., and Joannot, P. (2016). TIT Biodiversité des récifs coralliens en outre-mer. Bilan 2018-2015. Rapport MNHN, IFRECOR. 34 pp.

Vergés, A., Tomas, F., Cebrian, E., Ballesteros, E., Kizilkaya, Z., Dendrinou, P., Karamanlidis, A.A., Spiegel, D., and Sala, E. (2014). Tropical rabbitfish and the deforestation of a warming temperate sea. *J Ecol* 102, 1518-1527.

Vermeij, M.J.A. (2006). Early life-history dynamics of Caribbean coral species on artificial substratum: the importance of competition, growth and variation in life-history strategy. *Coral Reefs* 25, 59-71.

Viard, F., and Comtet, T. (2015). Application of DNA-based methods for the study of biological invasions. *Biological Invasions in Changing Ecosystems*, 411-435.

Viard, F., David, P., and Darling, J.A. (2016). Marine invasions enter the genomic era: three lessons from the past, and the way forward. *Curr Zool* 62, 629-642.

Willette, D.A., and Ambrose, R.F. (2009). The distribution and expansion of the invasive seagrass *Halophila stipulacea* in Dominica, West Indies, with a preliminary report from St. Lucia. *Aquatic Botany* 91, 137-142.

Willette, D.A., and Ambrose, R.F. (2012). Effects of the invasive seagrass *Halophila stipulacea* on the native seagrass, *Syringodium filiforme*, and associated fish and epibiota communities in the Eastern Caribbean. *Aquatic Botany* 103, 74-82.

Willette, D.A., Chalifour, J., Debrot, A.O.D, Engel, M.S., Miller, J., Oxenford, H.A., Short, F.T., Steiner, S.C.C., and Védie, F. (2014). Continued expansion of the trans-Atlantic invasive marine angiosperm *Halophila stipulacea* in the Eastern Caribbean. *Aquatic Botany* 112, 98-102.

Zenetos, A., Apostolopoulos, G., and Crocetta, F. (2016). Aquaria kept marine fish species possibly released in the Mediterranean sea : first confirmation of intentional release in the wild. *Acta Ichthyologica et Piscatoria* 46, 255-262.



■ ANNEXE 1 : ESPÈCES EXOTIQUES MARINES RECENSÉES DANS LES COLLECTIVITÉS FRANÇAISES D'OUTRE-MER.

MAR = Martinique ; GUA = Guadeloupe ; SM = Saint-Martin ; SB = Saint-Barthélemy ; SPM = Saint-Pierre-et-Miquelon ; GUY = Guyane ; REU = Réunion ; MAY = Mayotte ; EPA = îles Eparses ; NC = Nouvelle-Calédonie ; PF = Polynésie française ; WF = Wallis-et-Futuna ; SUB = îles subantarctiques.
P = présente ; PE = potentiellement envahissante ; E = envahissante.

Type biologique	Espèce	MAR	GUA	SM	SB	SPM	GUY	REU	MAY	EPA	NC	PF	WF	SUB
Faune														
Anémone - Anthozoa	<i>Exaiptasia pallida</i>											P		
Annélide	<i>Sabellastarte spectabilis</i>										P			
Ascidie	<i>Ascidia sydneiensis</i>	P	P								P	P		
	<i>Botrylloides nigrum</i>											P		
	<i>Botryllus schlosseri</i>					PE								
	<i>Botrylloides violaceus</i>					PE								
	<i>Ciona intestinalis</i>					PE								
	<i>Corella eumyota</i>					P								
	<i>Didemnum perlucidum</i>										P	P		
	<i>Didemnum psammotodes</i>		P				P							
	<i>Diplosoma listerianum</i>											P		
	<i>Herdmania momus</i>											P		
	<i>Lissoclinum fragile</i>											P		
	<i>Microcosmus exasperatus</i>											P		
	<i>Molgula citrina</i>	P												
	<i>Perophora multiclathrata</i>	P	P											
	<i>Perophora viridis</i>											P		
	<i>Polycarpa maculata</i>											(P)		
	<i>Polyclinum constellatum</i>											P		
	<i>Pyura saciformis</i>											P		
	<i>Stylea canopus</i>											P		
	<i>Stylea clava</i>					PE								
	<i>Symplegma brakenhielmi</i>											P		
Bryzoaire	<i>Membranipora membranacea</i>					PE								
Corail - Scléractiniaire	<i>Tubastraea coccinea</i>	P	P	P	P									
Crustacé - Amphipode	<i>Caprella mutica</i>					P								
Crustacé - Cirripède	<i>Chthamalus proteus</i>											P		
Crustacé - Décapode	<i>Carcinus maenas</i>					PE								
	<i>Charybdis hellerii</i>	P	P	P	P		P							
	<i>Penaeus stylirostris</i>										P	P		
Echinoderme-Ophiure	<i>Ophiothela mirabilis</i>						P							
Hydraire	<i>Garveia franciscana</i>	P												
Mollusque - Bivalve	<i>Acar plicata</i>							P	P			P		
	<i>Crassostrea gigas</i>							P			P	P		
	<i>Ostrea edulis</i>							P						
	<i>Perna viridis</i>										P	P		
	<i>Ruditapes philippinarum</i>											P		
	<i>Saccostrea cucullata</i>											P		

MAR = Martinique ; GUA = Guadeloupe ; SM = Saint-Martin ; SB = Saint-Barthélemy ; SPM = Saint-Pierre-et-Miquelon ; GUY = Guyane ; REU = Réunion ; MAY = Mayotte ; EPA = îles Eparses ; NC = Nouvelle-Calédonie ; PF = Polynésie française ; WF = Wallis-et-Futuna ; SUB = îles subantarctiques.
P = présente ; PE = potentiellement envahissante ; E = envahissante.

Type biologique	Espèce	MAR	GUA	SM	SB	SPM	GUY	REU	MAY	EPA	NC	PF	WF	SUB
Faune (suite)														
Mollusque - Gastéropode	<i>Crepidula fornicata</i>		P											
	<i>Drupa albolabris</i>											P		
	<i>Eustrombus goliath</i>	P												
	<i>Littoraria coccinea glabrata</i>											P		
	<i>Nerita tessellata</i>											P		
	<i>Semiricinula tissoti</i>											P		
	<i>Tectus niloticus</i>											P		
	<i>Turbo marmoratus</i>											P		
Mollusque-Nudibranche	<i>Godiva quadricolor</i>										P			
Poisson	<i>Acanthurus leucosternon</i>			P										
	<i>Pterois volitans</i>	E	E	E	E									
	<i>Rachycentron canadum</i>							P	P					
	<i>Sciaenops ocellatus</i>	P						P	P					
Spongiaire	<i>Mycale (Zygomycale) parishii</i>										P			
Flore														
Algue rouge	<i>Asparagopsis taxiformis</i> (L2)								P					
	<i>Eucheuma sp.</i>											P		
Algue verte	<i>Avrainvillea amadelpha</i>											(P)		
	<i>Codium fragile</i> (ssp. <i>tomentosoides</i>)					PE								
	<i>Codium taylori</i>										P			
	<i>Ulva ohnoi</i>										P			
Algue unicellulaire	<i>Ostreopsis ovata</i>	P	P	P	P						P	P		
Phanérogame	<i>Halophila stipulacea</i>	E	E	E	E									
Virus														
	<i>Penaeus monodon</i> - type <i>Baculovirus</i>											P		

■ ANNEXE 2 : ESPÈCES CRYPTOGÈNES MARINES RECENSÉES DANS LES COLLECTIVITÉS FRANÇAISES D'OUTRE-MER.

MAR = Martinique ; GUA = Guadeloupe ; SM = Saint-Martin ; SB = Saint-Barthélemy ; SPM = Saint-Pierre-et-Miquelon ; GUY = Guyane ; REU = Réunion ; MAY = Mayotte ; EPA = îles Eparses ; NC = Nouvelle-Calédonie ; PF = Polynésie française ; WF = Wallis-et-Futuna ; SUB = îles subantarctiques.
P = présente ; PE = potentiellement envahissante ; E = envahissante.

Type biologique	Espèce	MAR	GUA	SM	SB	SPM	GUY	REU	MAY	EPA	NC	PF	WF	SUB
Faune														
Annélide	<i>Sabellastarte spectabilis</i>	P	P		P									
Ascidie	<i>Botrylloides nigrum</i>	P	P						P	P	P	P		
	<i>Didemnum perlucidum</i>		P											
	<i>Didemnum psammotodes</i>								P		P			
	<i>Diplosoma listerianum</i>	P	P						P	P	P			P
	<i>Herdmania momus</i>	P	P								P			
	<i>Lissoclinum fragile</i>		P						P	P	P			P
	<i>Microcosmus exasperatus</i>	P	P								P			
	<i>Perophora multiclathrata</i>										P	P		
	<i>Perophora viridis</i>		P								P			
	<i>Polyclinum constellatum</i>	P	P								P			
	<i>Pyura sacciformis</i>										P			
	<i>Styela canopus</i>	P	P								P			
	<i>Styela plicata</i>		P											
	<i>Symplegma brakenhielmi</i>		P				P				P			
Corail - Scléractiniaire	<i>Tubastraea coccinea</i>								P	P	P	P	P	P
Crustacé - Décapode	<i>Charybdis hellerii</i>								P	P	P			P
Echinoderme	<i>Acanthaster planci</i>							E	E	E	(Native) P	E	E	
Mollusque - Bivalve	<i>Perna viridis</i>							P						
	<i>Saccostrea cucullata</i>							P	P		P			
Mollusque - Gastéropode	<i>Drupa albolabris</i>							P	P					
	<i> Nerita tessellata</i>	P	P	P	P		P							
Poisson	<i>Oxunodon margaritiferae</i>											P		
	<i>Chaetodon argentatus</i>											P		
Flore														
Algue brune	<i>Sargassum polycyctum</i>												E	
	<i>Turbinaria ornata</i>							P	P	P		E	P	P
Algue rouge	<i>Acanthophora spicifera</i>							P	P	P	P	P	P	
	<i>Amansia rhodantha</i>											E		
	<i>Asparagopsis taxiformis</i>	PE			PE			PE	PE	PE	PE	PE	PE	
	<i>Gracilaria salicornia</i>							P	P		P			
	<i>Hypnea musciformis</i>							P						
Algue verte	<i>Avrainvillea amadelpha</i>							P		P				
	<i>Caulerpa serrulata</i>							P						
	<i>Caulerpa taxifolia</i>										P			

■ ANNEXE 3 : ESPÈCES EXOTIQUES ENVAHISSANTES ET POTENTIELLEMENT ENVAHISSANTES MARINES RECENSÉES DANS LES RÉGIONS VOISINES DES COLLECTIVITÉS FRANÇAISES D'OUTRE-MER.

Type biologique	Espèce	Régions ou pays d'introduction
Faune		
Annélide	<i>Ficopomatus enigmaticus</i> <i>Hydroides sanctaecrucis</i> <i>Neodexiospira brasiliensis</i> <i>Polydora cornuta</i>	Afrique du Sud Australie Nord-Est Afrique du Sud Australie
Ascidie	<i>Ascidia sydneyensis</i> <i>Asterocarpa humilis</i> <i>Botryllus schlosseri</i> <i>Ciona robusta</i> <i>Ciona savignyi</i> <i>Clavelina lepadiformis</i> <i>Didemnum vexillum</i> <i>Diplosoma listerianum</i> <i>Eudistoma elongatum</i> <i>Microcosmus squamiger</i> <i>Styela plicata</i>	Afrique du Sud Afrique du Sud Afrique du Sud Afrique du Sud Nouvelle-Zélande Afrique du Sud Nouvelle-Zélande Afrique du Sud Nouvelle-Zélande Afrique du Sud Afrique du Sud, Ouest Ocean Indien, Brésil
Brachiopode	<i>Disciniscus tenuis</i>	Afrique du Sud
Bryzoaire	<i>Amathia verticillata</i> <i>Bugula neritina</i> <i>Bugulina flabellata</i> <i>Cryptosula pallasiana</i> <i>Tricellaria inopinata</i> <i>Tricellaria occidentalis</i> <i>Watersipora subtorquata</i>	Golfe du Mexique Seychelles, Kenya, Afrique du Sud Australie Afrique du Sud Nouvelle-Zélande Australie Australie Nord-Est, Nouvelle-Zélande, Samoa, Hawaii
Chelicerate - Pycnogonide	<i>Ammothella appendiculata</i>	Afrique du Sud
Cnidaire - Méduse	<i>Phyllorhiza punctata</i>	Grandes Antilles, Caraïbe Sud-Ouest, Floride, Golfe du Mexique, Porto Rico
Corail - Alcyonaire	<i>Carijoa riisei</i>	Hawaii
Corail - Scléractiniaire	<i>Tubastraea coccinea</i> <i>Tubastraea micrantha</i> <i>Tubastraea tagusensis</i>	Brésil, Venezuela Golfe du Mexique Brésil
Crustacé - Amphipode	<i>Cerapus tubularis</i> <i>Chelura terebrans</i> <i>Jassa morinoi</i> <i>Jassa slatteryi</i> <i>Platorchestia platensis</i>	Afrique du Sud Afrique du Sud Afrique du Sud Afrique du Sud Afrique du Sud
Crustacé - Cirripède	<i>Amphibalanus eburneus</i> <i>Amphibalanus venustus</i> <i>Balanus glandula</i>	Golfe du Mexique Afrique du Sud, Mozambique Afrique du Sud

Type biologique	Espèce	Régions ou pays d'introduction
Faune (suite)		
Crustacé - Décapode	<i>Ammothella appendiculata</i> <i>Gonodactylaceus falcatus</i> <i>Hemigrapsus sanguineus</i> <i>Hyas araneus</i> <i>Scylla serrata</i>	Afrique du Sud Hawaï Golfe du Maine, Baie de Fundy, Terre Neuve Péninsule Antarctique Hawaï
Crustacé - Isopode	<i>Dynamene bidentata</i>	Afrique du Sud
Echinoderme	<i>Asteria armurensis</i> <i>Patiriella regularis</i>	Australie Australie
Hydrozoaire	<i>Cordylophora caspia</i> <i>Pennaria disticha</i>	Brésil Afrique du Sud
Mollusque - Bivalve	<i>Crassostrea gigas</i> <i>Crassostrea virginica</i> <i>Geukensia demissa</i> <i>Isognomon bicolor</i> <i>Lyrodus pedicellatus</i> <i>Myoforceps aristatus</i> <i>Mytella charruana</i> <i>Mytilus galloprovincialis</i> <i>Ostrea edulis</i> <i>Perna perna</i> <i>Perna viridis</i> <i>Semimytilus algosus</i> <i>Teredo bartschi</i> <i>Teredo navalis</i>	Afrique du Sud, Hawaï Hawaï, Bahamas Caraïbe Sud, Mexique Brésil Afrique du Sud Brésil Floride Afrique du Sud Australie, Tonga, Nouvelle-Zélande Floride, Golfe du Mexique Floride, Jamaïque, Trinidad Afrique du Sud Floride, Golfe du Mexique, Hawaï Afrique du Sud
Mollusque - Gastéropode	<i>Littorina saxatilis</i>	Afrique du Sud
Poissons	<i>Lutjanus kasmira</i> <i>Pomacanthus xanthurus</i>	Hawaï Floride, Bahamas
Spongiaire	<i>Mycale armata</i> <i>Mycale grandis</i> <i>Suberites ficus</i>	Hawaï Hawaï Afrique du Sud

Type biologique	Espèce	Régions ou pays d'introduction
Flore		
Algue brune	<i>Sargassum muticum</i> <i>Undaria pinnatifida</i>	Hawaïi, Australie Nouvelle-Zélande, Australie
Algue rouge	<i>Antithamnionella spirographidis</i> <i>Acanthophora spicifera</i> <i>Gracilaria salicornia</i> <i>Hypnea musciformis</i> <i>Kappaphycus alvarezii</i>	Afrique du Sud Hawaïi, Îles de la Ligne, Îles Marshall, Australie Hawaïi Hawaïi Hawaïi, Fidji, Kiribati, Tuvalu
Algue verte	<i>Avrainvillea amadelpha</i> <i>Caulerpa scalpelliformis</i> <i>Cladophora prolifera</i> <i>Codium fragile</i> (ssp. <i>tomentoides</i>)	Fidji, Hawaïi, Tuamotu Brésil Afrique du Sud / Australie Nouvelle-Zélande
Dinoflagellé	<i>Gymnodinium catenatum</i>	Nouvelle-Zélande, Cuba, Costa Rica, Venezuela
Algue unicellulaire	<i>Alexandrium minutum</i> <i>Alexandrium tamarense</i> <i>Coscinodiscus wailesii</i>	Australie Brésil Brésil

■ ANNEXE 4 : EXEMPLES DE PROGRAMMES DE GESTION ET DE SURVEILLANCE D'ESPÈCES EXOTIQUES ET CRYPTOGENES MARINES DANS LES COLLECTIVITÉS FRANÇAISES D'OUTRE-MER.

Espèce(s) concernée(s)

Nom du programme

Collectivité(s) concernée(s)

Organisme coordinateur

Description du programme – Objectifs

Site internet

Pterois volitans

Stratégie régionale de lutte contre l'invasion du Poisson-lion aux Antilles Françaises

Martinique, Guadeloupe, Saint-Martin, Saint-Barthélemy

DEAL Martinique et Guadeloupe

Coordination des projets de lutte contre le Poisson-Lion dans les Antilles françaises : projets POLIPA et CRPMEMG.

http://www.guadeloupe.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/SCP-AF_2013-2015.pdf

Pterois volitans

Projet POLIPA

Martinique

Observatoire du milieu marin Martiniquais

Renforcer la lutte contre l'invasion du Poisson-lion dans la Caraïbe et élaborer un plan de référence pour le contrôle et la gestion de l'invasion des écosystèmes marins.

Pterois volitans

Projet CRPMEMG

Guadeloupe, Saint-Martin, Saint-Barthélemy

CRPMEM de Guadeloupe

Impliquer le monde de la pêche professionnelle de Guadeloupe dans une stratégie coordonnée de lutte contre le Poisson-lion.

Acanthaster planci

Cellule de veille Acanthaster

Mayotte

Association ATOLL

Inventaire des populations, détection des infestations, lutte, suivi et sensibilisation sur la problématique des infestations d'*Acanthaster*. Depuis 2012.

<http://atoll-mayotte.org/index.php/recherche/acanthasters>

Acanthaster planci, *Asparagopsis taxiformis*, *Turbinaria ornata*, *Tectus niloticus*, *Turbo marmoratus*, *Rhizophora stylosa*

Service d'Observation Corail

Moorea, Polynésie française

CRIOBE

Suivis annuels, quantitatifs et qualitatifs depuis 2004. Suivi décennal depuis 1990 pour *Rhizophora stylosa*.

<http://observatoire.criobe.pf/wiki/tiki-index.php>

Principalement *Acanthaster planci* et *Asparagopsis taxiformis*

Réseau TsiOno

Mayotte

Parc Naturel Marin de Mayotte

Animation d'un réseau d'observateurs de la biodiversité marine depuis 2015.

<http://www.tsiono.fr/>

Principalement *Acanthaster planci* et *Asparagopsis taxiformis*

Sentinelles du récif

La Réunion

GIP RNMR

Retours d'observations sur tout phénomène anormal sur le milieu marin. Depuis 2013.

<http://sentinellesdurecif.org/>

Carcinus maenas, *Ascidies*

Saint-Pierre-et-Miquelon

DTAM

Réseau de surveillance/piégeage d'espèces exotiques

Créé en 1992, le Comité français de l'UICN est le réseau des organismes et des experts de l'Union internationale pour la conservation de la nature en France. Regroupant au sein d'un partenariat original 2 ministères, 8 organismes publics et 40 organisations non-gouvernementales, il joue un rôle de plate-forme d'expertise et de concertation pour répondre aux enjeux de la biodiversité.

Depuis près de 15 ans, le Comité français coordonne l'Initiative sur les espèces exotiques envahissantes en outre-mer menée à l'échelle de l'ensemble des collectivités ultra-marines françaises.

Il co-anime également le Centre national de ressources sur les espèces exotiques envahissantes, avec l'Agence française pour la biodiversité.



Comité français de l'UICN

Tél. : +33 1 47 07 78 58

e-mail : uicn@uicn.fr

www.uicn.fr

www.especes-envahissantes-outremer.fr

Avec le soutien de :

**AGENCE FRANÇAISE
POUR LA BIODIVERSITÉ**
ÉTABLISSEMENT PUBLIC DE L'ÉTAT

IFRECOR

