UNIVERSITÉ DE NANTES

UFR SCIENCES PHARMACEUTIQUES ET BIOLOGIQUES

ANNÉE 2020 **N°**

THÈSE

pour le

DIPLÔME D'ÉTAT

DE DOCTEUR EN PHARMACIE

par

Cassandra VU DINH

Présentée et soutenue publiquement le 19 octobre 2020

ÉTAT DES LIEUX ET CONSÉQUENCES DE LA PROLIFÉRATION MONDIALE DES *PTEROIS VOLITANS* ET *PTEROIS MILES*

Président : **Mme Elise VERRON, Maître de Conférences de Toxicologie**

Membres du jury : **Mr Fabrice PAGNIEZ, Maître de Conférences de Parasitologie**

Mr Philippe GRANDON, Docteur en Pharmacie

REMERCIEMENTS

Je tiens à exprimer toute ma reconnaissance à l'ensemble du jury pour le temps que vous avez consacré à ce travail.

À Mme VERRON, pour me faire l'honneur de présider ma thèse,

À Mr PAGNIEZ pour vos relectures attentives ainsi que vos précieux conseils tout au long de la rédaction,

À Mr GRANDON pour avoir accepté de faire partie du jury sans hésitation. Je profite de cette occasion pour vous remercier pour la confiance que vous m'avez accordée en tant que maître de stage. Vos valeurs et votre compétence marqueront assurément ma future pratique professionnelle.

Je tiens aussi à adresser mes remerciements à toute l'équipe de la pharmacie des Arcades, pour m'avoir formée et accompagnée avec beaucoup de patience et de pédagogie.

Merci également à Mme Paboeuf et la pharmacie d'Escoublac pour m'avoir accueilli lors de mon stage de 2e année, dont je garde un excellent souvenir.

Au terme de ce parcours, je remercie enfin celles et ceux qui me sont chers pour leurs attentions et encouragements. La liste des choses pour lesquelles je vous suis reconnaissante pouvant quasiment faire l'objet d'une seconde thèse, j'espère que vous me pardonnerez si je vous exprime toute ma gratitude par un simple - mais non moins sincère - "*merci*".

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION **12**

PARTIE I : PRÉSENTATION DE *PTEROIS VOLITANS* ET *PTEROIS MILES* **14**

ORIGINE DE L'ESPÈCE 15
Historique 15
Taxonomie 16
DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE 17
Commune aux 2 espèces 17
Pterois volitans *17*
Pterois miles *18*
REPRODUCTION ET CROISSANCE 19
ALIMENTATION ET PRÉDATEURS NATURELS 21
Régime et comportement alimentaire 21
Stratégie de chasse 21
Prédateurs naturels 22
HABITAT 24
APPAREIL VENIMEUX 25
Description 25
Etude du venin 27
Par effets 28
Système cardiovasculaire et respiratoire 28
Système neuromusculaire 28
Activité cytolytique 29
Activités enzymatiques nécrotiques 29
Composition 29
Toxines protéiques 29
Enzymes 30
Peptides bioactifs 30
Composants non protéiques 30
Résumé de l'étude 31
Inoculation 32

PARTIE II : ETAT DES LIEUX DE LA PROLIFÉRATION **34**

GÉNÉRALITÉS SUR LES ESPÈCES ENVAHISSANTES 35
Espèce autochtone 35

Espèce exotique 35
Espèce introduite 35
Espèce acclimatée 36
Espèce naturalisée (ou établie) 36
Espèce proliférante 36
Espèce envahissante 36
Espèce exotique envahissante (EEE) 36
EVOLUTION DE LA RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE 37
Dans l'océan Atlantique 37
En mer Méditerranée 43
EVOLUTION DE LA DENSITÉ DE LA POPULATION 46
En zone endémique 46
En zone envahie 46
CAUSES DE LA PROLIFÉRATION 48
Origine de leur invasion 48
En Atlantique 48
En Méditerranée 48
L'élargissement du canal de Suez 49
Le réchauffement des eaux 50
Causes intrinsèques à l'espèce 52
Le défaut de contrôles biologiques en zone d'invasion 53
L'absence de prédateurs 53
La faible sensibilité aux parasites 54
Maladies et troubles génétiques 55

PARTIE III : IMPACT ENVIRONNEMENTAL 57

GÉNÉRALITÉS SUR L'ÉCOSYSTÈME MARIN 58
IMPACT DE L'INVASION SUR LA BIOCÉNOSE 59
IMPACTS DE L'INVASION SUR LES BIOTOPES 60
Sur les récifs coralliens 60
Généralités sur les coraux 60
Impact de l'invasion du poisson-lion 60
Sur les mangroves et les herbiers 62

PARTIE IV : IMPACT SUR LA SANTÉ HUMAINE 65

LES ENVENIMATIONS 66
Epidémiologie 66
Etiologies 67
Moyens de prévention 67
Symptomatologie 69
Prise en charge 71

Traitement 71
Prophylaxie 72
LA CIGUATERA 73
Généralités sur la Ciguatera 73
Origine 73
Les toxines 74
La clinique 75
Le traitement 77
Cas du Poisson-lion 78

PARTIE V : IMPACT ÉCONOMIQUE 80
EFFET SUR LE COMMERCE DE LA PÊCHE 81
EFFET SUR LE TOURISME DE LOISIRS 83
IMPACT SUR LA SANTÉ PUBLIQUE 84
COÛT DES MESURES DE LUTTE 85

PARTIE VI : LES ACTIONS DE LUTTE DANS LE MONDE 88

À L'ÉCHELLE INTERNATIONALE 89
Les organismes engagés **89**
L'Union Internationale pour la Conservation de la Nature 89
L'International Coral Reef Initiative 90
Reef Environmental Education Foundation 90
Centre for Agriculture and Bioscience International 91
La Convention sur la Diversité Biologique 91
Le Programme des Nations Unies pour l'Environnement 92
La Convention de Carthagène 92
Le Protocole SPAW 93
Le Comité Régional du Poisson-lion 95
AUX ÉCHELLES NATIONALES 96
Dans la région Caraïbe 96
Dans les territoires gouvernés par les Etats-Unis 96
Les États de la Côte Est 96
Les îles Vierges américaines et Porto Rico 99
Dans les territoires gouvernés par le Royaume-Uni 100
Dans les territoires gouvernés par les Pays-Bas 101
Dans les Etats souverains caribéens 102
Dans les Antilles françaises 105
Bilan des plans d'action en Atlantique 109
En mer Méditerranée 111
Le programme LIFE UE 111
RELIONMED-LIFE 111

PARTIE VII : LES MOYENS DE LUTTE **114**

MOYENS DISPONIBLES 115
Commerce de la pêche 115
Concours de pêche 117
Chasses ciblées 119
Programmes incitatifs 121
Biocontrôle 122
Par les prédateurs naturels 122
Par l'éducation de nouveaux prédateurs 124
Techniques de piégeage 125
Les casiers à homards 126
Les pièges spécifiques 126
Les robots 128
LES POTENTIELS DU POISSON-LION 130
Intégration à la gastronomie 130
Bioprospection 132
Etudes sur le Virus de l'Immunodéficience Humaine (VIH) 132
Généralités sur le VIH 132
Les sPLA2 du venin de Pterois volitans 133
Etudes sur les cellules cancéreuses 133
Création de bijoux 135

CONCLUSION **136**

ANNEXES **138**

BIBLIOGRAPHIE **147**

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Planche naturaliste de *Pterois*

Figure 2 : Photographie d'un *P. volitans*

Figure 3 : Illustration d'un *P. miles*

Figure 4 : Cycle de vie du poisson-lion

Figure 5 : Photographie d'un mérou brun, *Epinephelus marginatus*

Figure 6 : Photographie d'un poisson-flûte, *Fistularia commersonii*

Figure 7 : Localisation des épines venimeuses du poisson-lion

Figure 8 : Schéma du mécanisme de défense par les épines venimeuses

Figure 9 : Structure d'une épine dorsale de *P. volitans*

Figure 10 : Coupe histologique transversale dans une épine dorsale de *P. volitans*

Figure 11 : Schéma illustrant les stades d'invasion d'une espèce

Figure 12 : Schéma théorique de la dynamique conduisant à des invasions biologiques

Figure 13 : Carte géographique de la côte Atlantique Ouest

Figure 14 : Evolution des occurrences confirmées de poisson-lion en Atlantique Nord-Ouest et dans la mer Caribéenne entre 1999 et 2010

Figure 15 : Carte évaluant la probabilité d'invasion par le poisson-lion sur la côte ouest Américaine par zones de risque

Figure 16 : Carte géographique du bassin méditerranéen

Figure 17 : Carte de distribution des enregistrements scientifiques de *P. miles* en mer Méditerranée

Figure 18 : Carte de distribution des occurrences cumulées de *P. miles* en mer Méditerranée de Juillet 1991 à Octobre 2016

Figure 19 : Carte réactualisée de la présence naturelle des *Pterois volitans* et *P. miles.*

Figure 20 : Evolution de la température dans l'hémisphère nord et du nombre d'espèces non indigènes arrivées en mer Méditerranée entre 1929 et 2008

Figure 21 : Schéma des interactions documentées et méconnues avec le poisson-lion

Figure 22 : Photographies de *P. volitans* et *P. miles* présentant des ulcérations de la peau

Figure 23 : Carte de répartition de signalements de poissons-lions ulcérés

Figure 24 : Effets combinés de la surpêche et du poisson-lion envahissant sur les écosystèmes coralliens
Figure 25 : Pourcentage de couverture d'algues et de coraux en 2003, 2005 et 2009.
Figure 26 : Photographie d'une mangrove
Figure 27 : Photographie d'un herbier marin
Figure 28 : Evolution du nombre de piqûres en Martinique entre novembre 2011 et février 2014
Figure 29 : Étapes de la découpe des nageoires d'un poisson-lion
Figure 30 : Affiche informative sur la prévention des risques
Figures 31 et 32 : Photographies de plaies de grade I
Figure 33 : Photographie de vésicules (grade II)
Figure 34 : Photographie du stade de nécrose
Figure 35 : Carte mondiale de répartition de la ciguatera
Figure 36 : Structure de la C-CTX
Figure 37 : Évolution des symptômes de la ciguatera et de leur degré d'inconfort dans le temps
Figure 38 : Débarquements commerciaux de poissons-lions de 2010 à 2018 en provenance de l'État de Floride (données jusqu'au 9 novembre 2018).
Figure 39 : Densités de poissons-lions avant et après les prélèvements ciblés sur plusieurs sites de la côte ouest de la Martinique
Figure 40 : Evolution de la biomasse moyenne de poissons-lions en fonction de celle des mérous
Figure 41 : Effets négatifs sur le comportement des prédateurs
Figure 42 : Schéma du piège en dôme
Figure 43 : Réalisation d'un piège en "sac à main"
Figures 44 et 45 : Photographies de robots à lance télescopique et à électrodes
Figure 46 : Enquête sur la consommation de poisson-lion dans 3 communautés de pêche au Belize
Figure 47 : Causes freinant le service du poisson-lion dans les restaurants aux Bermudes

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Taxonomie des *Pterois*

Tableau 2 : Récapitulatif des composants du venin et leurs effets

Tableau 3 : Température et salinité en mer Rouge et en mer Méditerranée

Tableau 4 : Evaluation des pertes économiques liées au poisson-lion dans les Antilles françaises

Tableau 5 : Coût initial d'investissement du scénario 1

Tableau 6 : Coût initial d'investissement du scénario 2

LISTE DES ABRÉVIATIONS

ACh : Acétylcholine

ARS: Agence Régionale de Santé

AMP : Aires Marines Protégées

ATE : Agence Territoriale de l'Environnement

BEST : Biodiversity and Ecosystems Services in Territories of european overseas

CAR-SPAW : Centre d'Activités Régional pour l'application du protocole relatif aux espaces et espèces spécialement protégées (Specially Protected Areas and Wildlife en anglais)

COREVI : Caribbean Oceanic Restoration and Education of Virgin Islands

CRPMEM : Comité Régional des Pêches Maritimes et des Elevages Marins

CTX : Ciguatoxine

DEAL : Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement

DM : Directions de la Mer

EEE : Espèces Exotiques Envahissantes

ICRI : International Coral Reef Initiative

IFRECOR : Initiative Française pour les RÉcifs CORalliens

P. miles : Pterois miles

P. volitans : Pterois volitans

MedMIS : Mediterranean Marine Invasive Species

NMS : National Marine Sanctuaries

NOAA : National Oceanic and Atmosphere Administration

OMMM : Observatoire Marin du Milieu Martiniquais

ONG : Organisation Non Gouvernementale

ONU : Organisation des Nations Unies

PoLiPA : Poisson-Lion dans les Petites Antilles

REEF : Reef Environnemental Education Foundation

RLC : Regional Lionfish Committee

STENAPA : St Eustatius National Marine Park

UAG : Université des Antilles et de la Guyane

UCR : Unité de Coordination Régionale

USGS : United States Geological Survey

VTX : Verrucotoxine

TABLE DES ANNEXES

Annexe 1 : Fiche d'information des Antilles françaises (2010)

Annexe 2 : Communiqué de conférence de presse (Guadeloupe, 2010)

Annexe 3 : Flyer d'information destiné au public en Martinique

Annexe 4 : Fiche médicale des Antilles françaises (2012)

Annexe 5: Arrêté préfectoral de 2016 sur l'autorisation de capture du poisson-lion en Martinique

Annexe 6 : Poster de recrutement de plongeurs volontaires en Martinique

INTRODUCTION

Les Espèces Exotiques Envahissantes (EEE) sont des espèces introduites par l'Homme en-dehors de leur aire de répartition et présentant la capacité de s'y établir ainsi que d'y étendre leur aire de distribution (1).
Ces invasions biologiques peuvent devenir des plus dommageables à la fois en termes de perturbation des écosystèmes, mais aussi de déclin des espèces indigènes.

Au milieu des années 1980, deux espèces de poisson-lion (*Pterois volitans* et *Pterois miles*) originaires de la région Indo-Pacifique ont été introduites dans l'Atlantique près de la Floride, probablement suite à de multiples rejets d'aquariums.
Au cours des deux dernières décennies, le poisson-lion a rapidement étendu son aire de répartition. Il occuppe désormais l'ensemble de la côte Atlantique Ouest, depuis la Caroline du Nord jusqu'au Venezuela, avec d'importantes expansions dans le golfe du Mexique et les Caraïbes .

Cependant, depuis 2012, la problématique de l'invasion du poisson-lion ne se limite plus à la zone de l'Atlantique Ouest, puisque *Pterois miles* est parvenu à s'établir dans la mer Méditerranée par le biais du Canal de Suez (2).
A l'instar de ses cousins en Atlantique, le poisson-lion a démontré une expansion numérique et géographique fulgurante, en parvenant à atteindre les côtes Italiennes et Tunisiennes en à peine deux ans (3).

Le succès de ces invasions est lié aux nombreuses caractéristiques avantageuses du poisson-lion en matière de reproduction, de croissance, de prédation, ainsi qu'à l'absence de prédateurs dans les zones où il a été introduit.

Les répercussions engendrées par la propagation du poisson-lion sont multidimensionnelles.
D'une part, le poisson-lion met en danger les écosystèmes coralliens, les herbiers et les mangroves, constituant ainsi une menace majeure sur le plan environnemental.

Une autre dimension importante à considérer est celle causée par le risque d'envenimations et d'intoxications ciguatériques, dont les répercussions sur la santé humaine sont retentissantes.
Enfin, de ces impacts écologiques et sanitaires découlent d'importantes conséquences économiques, notamment sur le commerce de la pêche et le tourisme de loisirs.

Aujourd'hui, la propagation mondiale du poisson-lion est telle qu'elle est considérée par certains comme l'une des invasions marines les plus importantes de l'Histoire (4).

PARTIE I : PRÉSENTATION DE *PTEROIS VOLITANS* ET *PTEROIS MILES*

1. ORIGINE DE L'ESPÈCE

1.1. Historique

Pterois volitans est une espèce décrite pour la première fois en 1758 par Linné. D'abord nommée *Gasterosteus volitans* (10ème édition du Systema Naturae de Linnaeus), elle fut reclassée au XIXème siècle par les naturalistes dans le genre *Pterois* (du grec [*ptereois*] : ailé) (5) *(figure 1)*.

Pterois volitans est morphologiquement très proche de *Pterois miles* et ces deux espèces ont d'ailleurs longtemps été considérées comme identiques, à la différence que *P. miles* est retrouvée en mer Rouge, dans le golfe Persique et dans tout l'océan Indien (sauf l'Australie Occidentale), tandis que *P. volitans* provient de l'océan Pacifique et d'Australie Occidentale (6).

Cependant, à l'heure actuelle, des études génétiques ont permis de mettre en évidence des divergences et ces deux espèces sont désormais bien reconnues comme distinctes (7).

Les noms communs français de ces espèces sont le plus souvent "Poisson-lion", ou "Rascasse volante".

Dans un souci de simplification, nous regrouperons les espèces *P. volitans* et *P. miles* sous le terme de "poisson-lion".

Figure 1. Planche naturaliste. Cuvier et Valenciennes, *Histoire naturelle des poissons, planche 88, vol 4,* 1829.

1.2. Taxonomie

Le genre *Pterois* appartient à la famille des *Scorpénidés,* de l'ordre des *Scorpanéiformes* (poissons-scorpion) et de la classe des *Actinoptérygiens* (ossification du crâne ou du squelette tout entier, poissons épineux ou à nageoires rayonnées) *(tableau 1).* Actuellement, il existe 11 espèces de *Pterois* mais seules *P. volitans* et *P. miles* sont impliquées dans l'invasion des Caraïbes et de la Méditerranée (8).

Règne	Animalia
Phylum	Chordata
Classe	Actinoptérygiens
Ordre	Scorpaeniformes
Famille	Scorpénidés
Sous-famille	Ptéroinés
Genre	*Pterois*
Espèces	*volitans, miles*

Tableau 1. Taxonomie des *Pterois*

2. DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

2.1. Commune aux 2 espèces

Le poisson-lion peut atteindre une taille de 38 cm pour un poids corporel allant de 1,1 à 1,2 kg (9). Il possède un corps massif blanc ou crème, strié de bandes verticales rouges à brun foncé. Sa couleur est variable selon l'habitat, les populations côtières étant généralement plus sombres. Des taches blanches peuvent être retrouvées le long de la ligne latérale. Les écailles ont une forme cycloïde.

La tête représente ⅓ à ½ de la longueur standard du corps. Il est souvent possible de retrouver un appendice dressé au-dessus de chaque œil qui évolue au fil du temps : les antennes des juvéniles sont fines et droites, les jeunes adultes développent des appendices foliacés caractéristiques avec un ocelle près de l'extrémité et les adultes plus âgés perdent progressivement ces appendices (10).

Les nageoires dorsales et pectorales sont pourvues d'épines libres très longues, avec un voile courant sur toute la longueur du poisson. La partie souple de la nageoire dorsale ainsi que les nageoires caudales et anales sont transparentes ponctuées de brun (10). Les épines implantées sur les différentes zones de leur corps permettent au *Pterois* de disposer d'une défense multidirectionnelle très efficace.

2.2. *Pterois volitans*

P. volitans possède 13 épines dorsales venimeuses et allongées, 11 rayons mous de nageoire dorsale, 2 épines pelviennes venimeuses, 3 épines anales venimeuses et 7 rayons mous de nageoire anale *(figure 2)*.

Figure 2. Photographie d'un *P. volitans* (Paul Barels)

2.3. *Pterois miles*

P. miles possède un rayon de nageoire dorsale et anale de moins que *P. volitans*, soit : 13 épines dorsales venimeuses, 10 rayons mous de nageoire dorsale, 2 épines pelviennes, 3 épines anales venimeuses et 6 rayons mous de nageoire anale (*figure 3*).

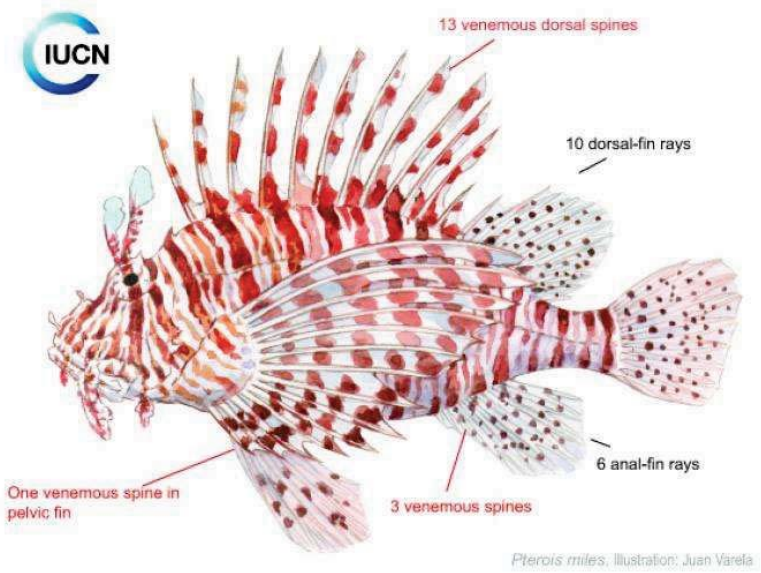


Figure 3. Illustration d'un *P. miles* (Juan Vanela)

3. REPRODUCTION ET CROISSANCE

Les poissons-lions sont gonochoriques (c'est-à-dire de genre distinct dès la naissance) et ovipares. Leur maturité sexuelle est atteinte aux alentours d'un à deux ans (pour une taille de 18 cm ou un poids de 140 à 160 g) *(figure 4)*.

La saison de reproduction du poisson-lion dans son aire de répartition naturelle est inconnue, cependant l'étude de spécimens recueillis au large de la Caroline du Nord et aux Bahamas suggère que le poisson-lion se reproduit durant toute l'année (11). La femelle est en capacité de pondre tous les 4 jours.

La reproduction est externe, c'est-à-dire que la fécondation a lieu dans l'eau. Un seul mâle effectue une parade nuptiale autour de 6 à 8 femelles ; elle consiste à se tourner autour, zigzaguer et se suivre avant la tombée du jour jusque tard dans la nuit (12).

Suite à la parade, la femelle libère deux masses gélatineuses d'œufs qui sont fertilisées par le mâle puis remontent à la surface. Selon la taille de la femelle, chaque masse peut contenir 10 000 à 20 000 œufs. Les œufs sont liés dans un mucus adhésif qui se désintègre en quelques jours, après quoi les embryons et/ou les larves deviennent flottants (13).

Environ 36h après fécondation, les larves éclosent et dérivent selon les courants océaniques pendant 3 à 4 semaines. Les œufs et les larves peuvent donc se disperser sur de grandes distances (6).

Le stade juvénile débute vers 40 jours et se poursuit jusqu'à 10 mois environ. Il se caractérise par une coloration très foncée et des nageoires pectorales plus développées que celles des adultes. Ces juvéniles passent le plus clair de leur temps dans une petite zone mais peuvent vivre dans une gamme étendue d'habitats.

Bien que le poisson-lion soit en mesure de vivre jusqu'à 15 ans dans son aire de répartition, nous possédons encore peu d'informations sur la durée de vie des spécimens envahissants en océan Atlantique et en mer Méditerranée.

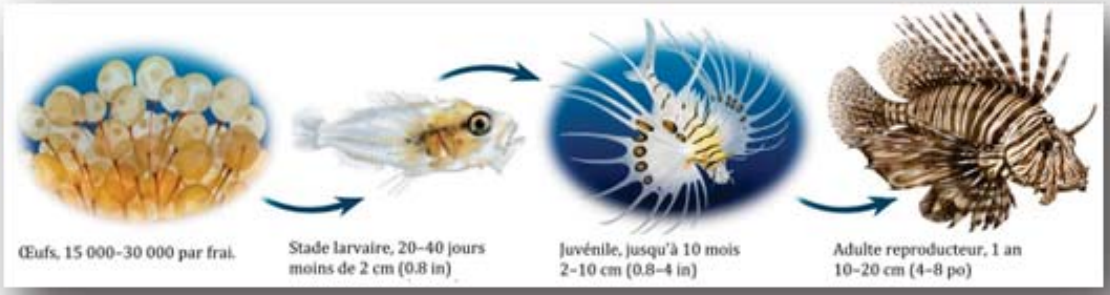


Figure 4. Cycle de vie du poisson-lion.

4. ALIMENTATION ET PRÉDATEURS NATURELS

4.1. Régime et comportement alimentaire

Dans son aire de répartition, le poisson-lion est un prédateur solitaire et opportuniste. Il s'agit d'un carnivore généraliste qui se nourrit d'une grande variété de petits poissons, de crabes et de crevettes.

Il peut consommer quotidiennement une quantité de nourriture allant jusqu'à 6% de son propre poids (ce qui équivaudrait à environ 5 kg/j de nourriture pour un homme de 75 kg), et ce toute l'année.

En terme de gabarit, il peut absorber des proies mesurant jusqu'à 50% de sa propre taille (14).

4.2. Stratégie de chasse

Le poisson-lion n'est pas très bon nageur du fait de la forme en lambeau de ses nageoires qui de surcroît, sont constituées de rayons.

Cependant, les autres poissons ont généralement une assez mauvaise vue et ne distinguent que les mouvements, les formes et les différentes intensités de lumière. La plupart des poissons ayant une forme conventionnelle pleine, les nageoires en lambeaux et la forme atypique du poisson-lion sont en fait un moyen de camouflage redoutable, lui permettant de se confondre avec les algues (15).

Ainsi, le poisson-lion, comme les autres Scorpénidés, chasse en embuscade durant les périodes à faible luminosité (à l'aube et au crépuscule principalement).

Sa stratégie de chasse consiste à déployer ses nageoires pectorales et planer de manière immobile au-dessus de sa proie, afin de l'approcher au plus près et l'acculer avant d'attaquer.

Si nécessaire, le poisson-lion peut rejeter des giclées d'eau pour orienter sa proie avant l'attaque (16).

Lorsque la proie est à sa portée, il projette en avant sa mâchoire sur une distance d'environ 40% la taille de sa tête. Cela est possible grâce à la vingtaine d'os différents qui composent son crâne et qui s'articulent parfaitement entre eux.

Le poisson-lion créé en même temps une dépression avec sa bouche permettant d'aspirer de l'eau et d'entraîner sa proie. La capture d'une proie se produit à une vitesse invisible à l'œil nu (10 ms, soit environ 1/3 du temps de perception de l'œil humain). Le poisson-lion consomme en général l'ensemble de sa prise.

Par ailleurs, les poissons-lions ont un estomac pouvant se dilater plus de 30 fois en volume lorsqu'un grand repas est consommé. Ils sont capables de jeûner à long terme et résister à la famine pendant plus de 12 semaines (12).

4.3. Prédateurs naturels

Les adultes n'ont que peu de prédateurs naturels. Ceux-ci sont probablement dissuadés par la présence de leurs épines venimeuses. Les principaux prédateurs naturels sont les gros mérous *(figure 5)*, les poissons-flûtes *(figure 6)* et les requins de récifs. Mais les cornets, les grosses anguilles, les poissons-grenouilles et les autres poissons-scorpions peuvent également être des prédateurs du poisson-lion dans leur aire de répartition (17).

Figure 5. Photographie d'un mérou brun, *Epinephelus marginatus* (Christophe Dehondt)

Figure 6. Photographie d'un poisson-flûte, *Fistularia commersonii* (Sylvain Lebris)

5. HABITAT

Les poissons-lions peuvent occuper un ensemble diversifié d'habitats marins à fond dur ; aussi bien des structures naturelles (comme les récifs, les herbiers marins, les mangroves), qu'artificielles (les épaves par exemple).

Ils sont également retrouvés à toutes les profondeurs : de quelques centimètres d'eau à plus de 300 mètres. Cependant, la densité maximale de poissons-lions est retrouvée entre –50 m et –120 m. Les températures tolérées vont de +15 à +35°C (18).

Les juvéniles évoluent en général en groupe mais ils vivent souvent solitaires à l'âge adulte.

Le jour, les poissons-lions ont tendance à se retirer dans des zones de refuge non exposées (les crevasses de récif la plupart du temps) où ils restent pratiquement immobiles, tête en bas jusqu'au crépuscule.

6. APPAREIL VENIMEUX

6.1. Description

Comme nous l'avons évoqué précédemment, le poisson-lion possède des épines venimeuses dorsales, pelviennes et anales (*figure 7)*. Elles sont constituées d'un squelette osseux recouvert d'une enveloppe tégumentaire externe.

Sur chaque épine, deux gouttières antéro-latérales réparties sur toute la longueur contiennent le tissu glandulaire produisant le venin. Les canaux sont remplis de venin jusqu'aux ⅔ de l'épine (19) *(figures 8 à 10)*.

Les *Scorpaenidae* peuvent être subdivisés en trois groupes selon la structure de leur appareil venimeux : les *Pterois* (poisson-lion), les *Scorpaena* (poisson-scorpion) et les *Synanceja* (poisson-pierre). Le venin des différents groupes de *Scorpaenidae* est similaire, bien que sa puissance diffère : le venin de poisson-lion est le moins puissant tandis que le venin de poisson-pierre a une puissance similaire à celle du cobra (20).

Il est à noter que les épines des poissons sont des écailles modifiées ; ainsi, si une épine devait se rompre lors d'une envenimation, le poisson est capable de régénérer l'épine et le venin associé.

Cet appareil venimeux n'est pour le poisson-lion qu'un moyen de défense. En effet, ce dernier ne l'utilise pas pour capturer ses proies.

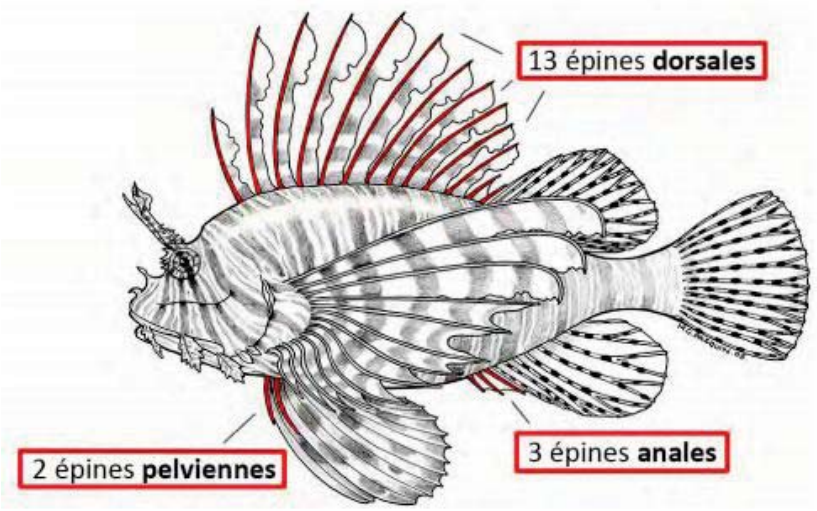


Figure 7. Localisation des épines venimeuses du poisson-lion (21)

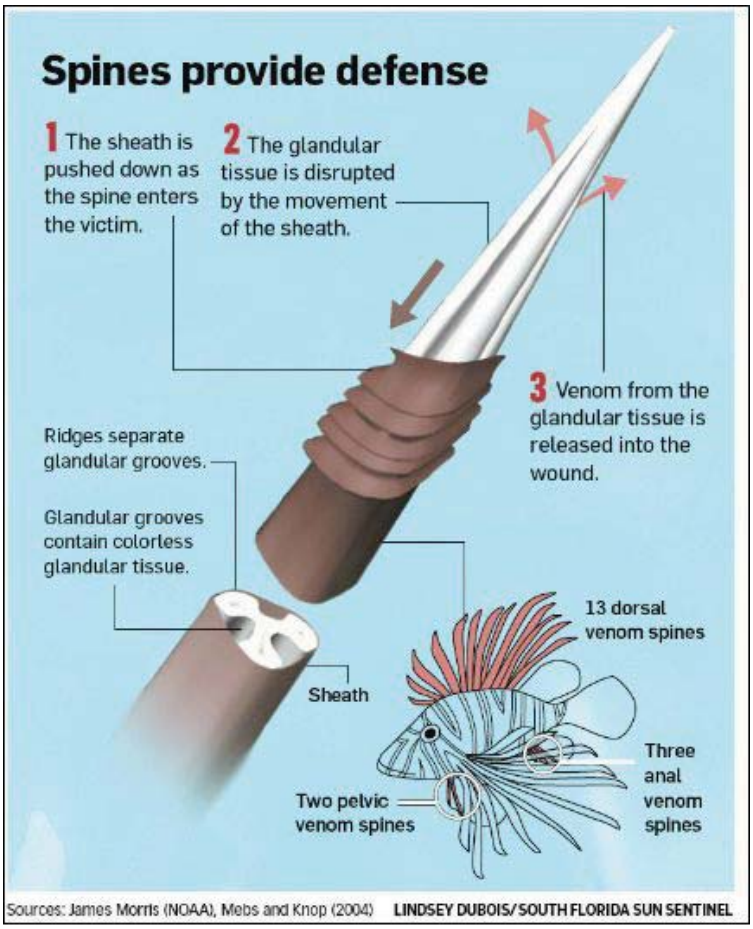


Figure 8. Schéma du mécanisme de défense par les épines venimeuses (James Morris)

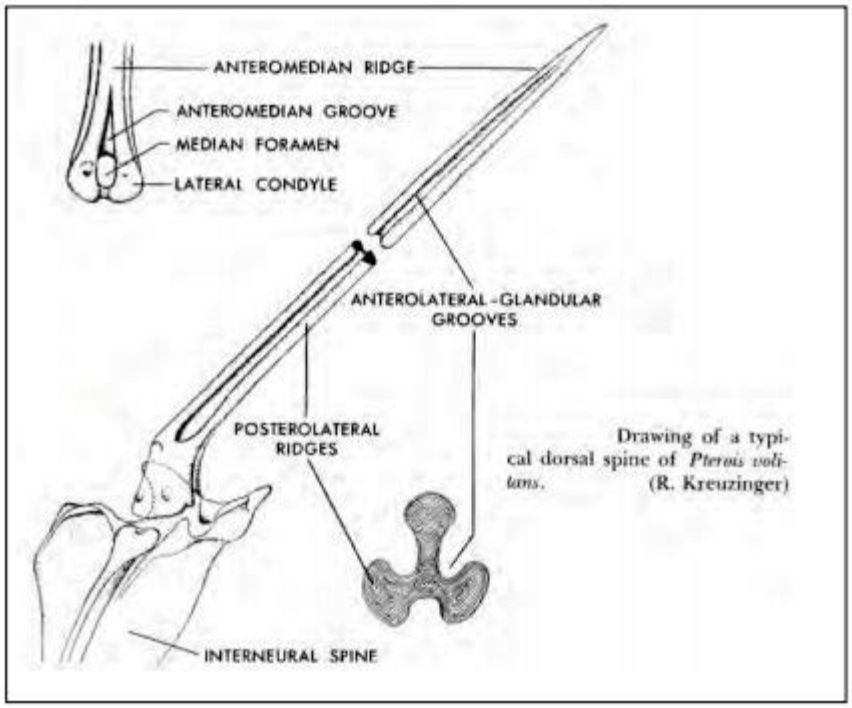


Figure 9. Structure d'une épine dorsale de *P. volitans* (in Halstead, 1978)

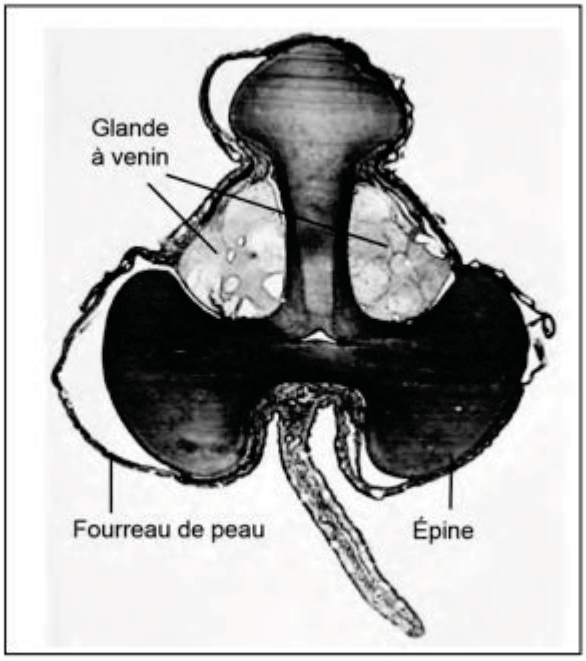


Figure 10. Coupe histologique transversale dans une épine dorsale de *P. volitans* (D'après Hastead, 1978)

6.2. Etude du venin

Le venin de *P. volitans* contient une combinaison de protéines (dont une toxine neuromusculaire) et un neurotransmetteur, l'acétylcholine.
Les épines venimeuses de *P. volitans* contiennent également une ichtyotoxine (ce qui signifie toxique pour les poissons) non protéique de faible poids moléculaire (20).
Une étude récente de 2015 a permis d'approfondir les connaissances sur les composants bioactifs présents dans les venins de poissons, dont celui de *P. volitans* (22).
Nous reprenons ici les observations qui ont pu être établies quant aux effets du venin sur des modèles animaux.

6.2.1. Par effets

6.2.1.1. Système cardiovasculaire et respiratoire

Les études des effets cardiovasculaires du venin ont abouti à la conclusion que les récepteurs cholinergiques muscariniques et adrénergiques sont impliqués (23).
Il a été constaté que le venin de *P. volitans* produisait une vasodilatation via la libération d'oxyde nitrique (NO) avec implication des récepteurs muscariniques.
Chez le lapin anesthésié, le venin de *P. volitans* a entraîné une augmentation de la fréquence respiratoire et des perturbations cardiaques, toutes deux dépendantes de la concentration de venin (22).

6.2.1.2. Système neuromusculaire

Olek et *Cohen* ont montré qu'un extrait toxique soluble dérivé de l'épine du poisson-lion induisait une diminution de la fréquence cardiaque et de la force de contraction dans des cœurs isolés de palourdes et de grenouilles (24).
Cependant après hydrolyse de l'acétylcholine, la fonction cardiaque n'était plus affectée.

En revanche, la toxine ainsi traitée conservait une activité de fibrillation musculaire. Le venin de *P. volitans* contient donc également une toxine qui affecte la transmission neuromusculaire.
Par ailleurs, *Eglise* et *Moldrich* ont démontré que le venin de *P. volitans* provoque une augmentation du Ca^{2+} intracellulaire dans des neurones corticaux murins mis en culture, peut-être via la formation de pores dans la membrane cellulaire pouvant conduire, sous certaines conditions, à une nécrose (25).

6.2.1.3. Activité cytolytique

Différents travaux indiquent que la quasi-totalité des venins de poisson possèdent une activité hémolytique. Cependant, la sensibilité à cet effet varie selon l'espèce touchée.
Sur l'échantillon d'espèces testées par *Shiomi et al,* les résultats montrent que *P. volitans* ne présente une activité hémolytique que sur les érythrocytes de lapin (26).

6.2.1.4. Activités enzymatiques nécrotiques

L'activité enzymatique est courante dans les venins d'animaux, elle contribue à la dégradation des structures physiologiques lors de l'envenimation et facilite la propagation des toxines.
Le venin de *P. volitans* présente une activité protéolytique contre la gélatine (22).

6.2.2. Composition

6.2.2.1. Toxines protéiques

Les toxines de poissons venimeux responsables des symptômes locaux (douleur, gonflement, rougeur) sont considérées comme étant de nature protéique. Cependant, peu d'entre elles ont été caractérisées du fait de leur instabilité chimique.
L'étude du venin de *P. volitans* a montré la présence de grandes protéines dimériques présentant une homologie de séquence élevée avec les toxines du poisson-pierre (*Synanceia verrucosa)* et réagissant de manière croisée avec un antisérum contre une toxine isolée de son venin (anticorps anti- néoverrucotoxine ou anti-néo VTX) (27).
En outre, il a été constaté que les réponses cardiaques à *P. volitans* ont été atténuées par les VAVS (sérum anti-venin des poissons-pierre), ce qui met en évidence l'implication de composants protéiques du venin proches de celles du poisson-pierre.

6.2.2.2. Enzymes

Il a été démontré expérimentalement que le venin de *P. volitans* présente une hyaluronidase quasi-identique à celle du poisson-pierre.
La présence de hyaluronidase est fréquente dans les venins d'animaux terrestres mais semble rare chez les poissons venimeux (26).
Le principal rôle de cette enzyme est de favoriser la propagation du venin. En effet, elle clive l'acide hyaluronique, un composant majeur de la matrice extracellulaire du derme et retrouvée aussi naturellement dans les tissus épithéliaux, conjonctifs et nerveux de l'organisme.
L'acide hyaluronique intervient également dans différents processus biologiques tels que la fécondation, la différenciation cellulaire, l'inflammation et la croissance et la métastase des cellules tumorales. C'est pourquoi l'étude de l'activité des hyaluronidases a suscité l'intérêt de nombreux chercheurs.

6.2.2.3. Peptides bioactifs

Un peptide provenant du venin de *P. volitans* a été isolé. Son efficacité contre les cellules cancéreuses a été testée : il induirait une apoptose sélective sur des cellules tumorales

HEp-2b (Human Epithelial Cell Line Type 2) et HeLa (cellules Henrietta Lacks) *in vitro*, sans effet délétère sur les lymphocytes humains.
Le mécanisme d'action exact est cependant encore inconnu (22).

6.2.2.4. Composants non protéiques

Une petite toxine non protéique de 327 Da a été isolée du venin de *P. volitans* et s'est avérée induire une paralysie chez des poissons killies (nom regroupant plusieurs espèces de petits poissons) en solution (22).
L'acétylcholine est également un composant non protéique retrouvé dans le venin du poisson-lion.

6.2.3. Résumé de l'étude

Cette étude sur les composants bioactifs présents dans les venins de poissons (*tableau 2*) soumet l'idée que : "Des toxines telles que Sp-CTx et SNTX (*nb* : très proches de la néo-VTX) forment des pores dans les membranes cellulaires, provoquant une dépolarisation et la mort cellulaire.
Les composants cellulaires sont alors libres de déclencher la libération de réserves de neurotransmetteurs endogènes.
La libération d'acétylcholine endogène provoque des symptômes via une action sur les récepteurs muscariniques et la libération de catécholamines endogènes produit une action sur les récepteurs β-adrénergiques provoquant des variations de la pression artérielle, de la respiration et de l'activité cardiaque.
D'autres composants déclenchent la libération d'oxyde nitrique endogène, qui peut alors augmenter la perméabilité vasculaire et provoquer une relaxation du muscle lisse.
De plus, la libération de ces réserves endogènes entraîne une déplétion des neurotransmetteurs aux terminaisons nerveuses" (22).

Composant	Mécanisme d'action	Effets
Toxine néo-VTX	Formation de pores dans la membrane cellulaire → Dépolarisation → ↗ Ca^{2+} intracellulaire → Apoptose → Libération de neurotransmetteurs endogènes (ACh, catécholamines) → Action sur les récepteurs muscariniques et β -adrénergiques	*Néo-VTX* : effets locaux *Ca^{2+}* : nécrose par apoptose *ACh* : bradycardie, vasodilatation par libération de NO, faiblesse musculaire *Catécholamines* : stimulation cardiaque, vasodilatation
Acétylcholine	Action sur les récepteurs muscariniques	Bradycardie, hypersudation, contraction des alvéoles pulmonaires
Peptide	Inconnu	Anti-tumoral
Toxine non protéique 327 Da	Inconnu	Paralysie
Hyaluronidase	Dégradation de l'acide hyaluronique	Augmentation de la perméabilité des tissus

Tableau 2. Tableau récapitulatif des composants du venin de *Pterois* et leurs effets

6.3. Inoculation

L'envenimation se fait par contact direct avec les épines très acérées du poisson-lion, en général au niveau des mains chez les plongeurs, les pêcheurs locaux ou les aquariophiles (28).

Lors d'une piqûre, l'épine se défait de son enveloppe tégumentaire externe et pénètre à travers les tissus (*figures 8 et 9*). Le venin se propage ensuite par capillarité.

Il est à noter que le venin du poisson-lion est encore actif plusieurs jours après son décès (29).

PARTIE II : ETAT DES LIEUX DE LA PROLIFÉRATION

1. GÉNÉRALITÉS SUR LES ESPÈCES ENVAHISSANTES

Afin d'appréhender au mieux cette seconde partie, il convient de revenir sur quelques notions relatives aux invasions biologiques, dont les définitions sont souvent inconstantes selon les auteurs et parfois même confondues entre elles.
Ainsi, les définitions suivantes sont reprises d'un document synthétique rédigé par le Muséum national d'Histoire naturelle avec l'appui du Réseau d'expertise national sur les Espèces Exotiques Envahissantes entre 2009 et 2013 (30).

1.1. Espèce autochtone

"Une espèce est dite autochtone d'une **entité géographique donnée** et pour une **période donnée** quand elle est représentée sur cette entité par des **populations pérennes** au début de cette période considérée (31).

1.2. Espèce exotique

"Espèce (individu ou population) **introduite** volontairement ou accidentellement **en dehors de son aire de répartition naturelle**.
Cela comprend toutes les parties, gamètes, graines, œufs ou propagule d'espèces **qui pourraient survivre et se reproduire**" (32).

1.3. Espèce introduite

"Taxon (espèce, hybride, OGM etc.) **non indigène** libéré intentionnellement ou accidentellement dans un territoire ou une partie du territoire où elle était **jusqu'alors absente**. Une espèce allochtone introduite, reste au titre d'introduite, **tant qu'elle ne parvient pas à se maintenir dans son nouvel écosystème**, du fait d'une reproduction insuffisante " (33).

Du fait de la proximité de ces deux dernières définitions, les espèces exotiques et introduites sont souvent regroupées sous le même terme.

1.4. Espèce acclimatée

"Désigne un taxon qui peut **se reproduire occasionnellement** en dehors de son aire de culture ou de captivité dans une **région donnée** et qui finit par s'éteindre car il n'y a **pas de population viable** dans la nature **sans intervention humaine**" (34).

1.5. Espèce naturalisée (ou établie)

"Espèce introduite rencontrant des **conditions écologiques favorables** à son **implantation durable** dans le **temps** et sur le **territoire** d'accueil. Son établissement est **indépendant de l'Homme.** Elle se reproduit régulièrement dans sa nouvelle aire géographique et s**e maintient à long terme**" (33).

1.6. Espèce proliférante

"Espèce **autochtone ou exotique** dont la population connaît une **expansion massive ou rapide**, souvent au détriment d'autres espèces" (35).

1.7. Espèce envahissante

"Espèce exotique dont la population **se maintient ou accroît son aire d'implantation** en **perturbant le fonctionnement des écosystèmes ou en nuisant aux espèces autochtones**, par compétition ou par prédation" (36).

1.8. Espèce exotique envahissante (EEE)

"Espèce **introduite** (volontairement ou accidentellement) par l'Homme, dans un nouveau territoire hors de son aire de distribution naturelle, dont l'implantation et la

propagation menacent les écosystèmes, les habitats ou les espèces indigènes avec des **conséquences sur les services écologiques et/ou socio-économiques et/ou sanitaires négatives**" (*figures 11 et 12*) (37).

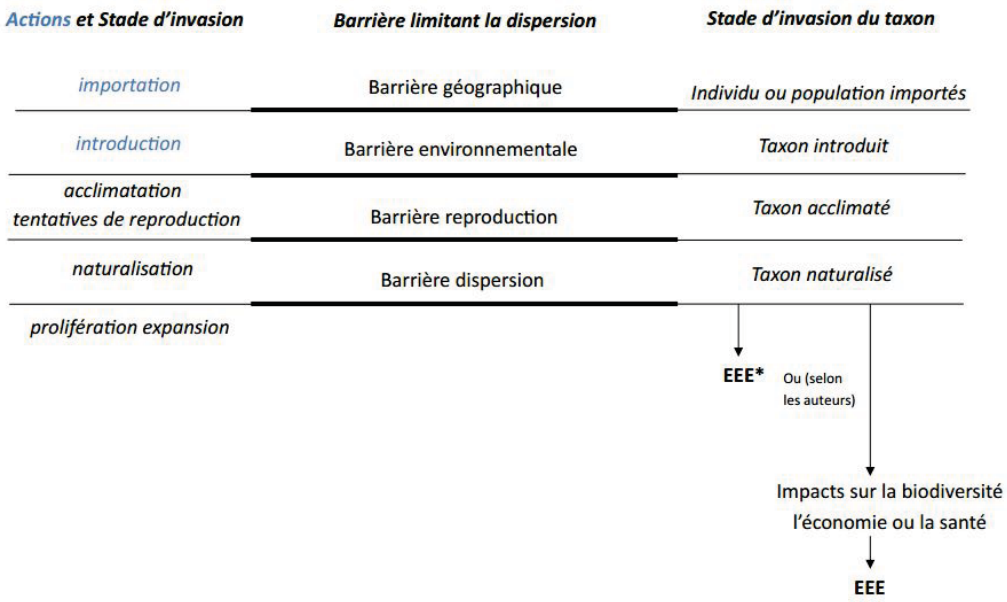


Figure 11. Schéma illustrant les stades d'invasion d'une espèce (d'après Richardson *et al* 2000, Goudard 2007)

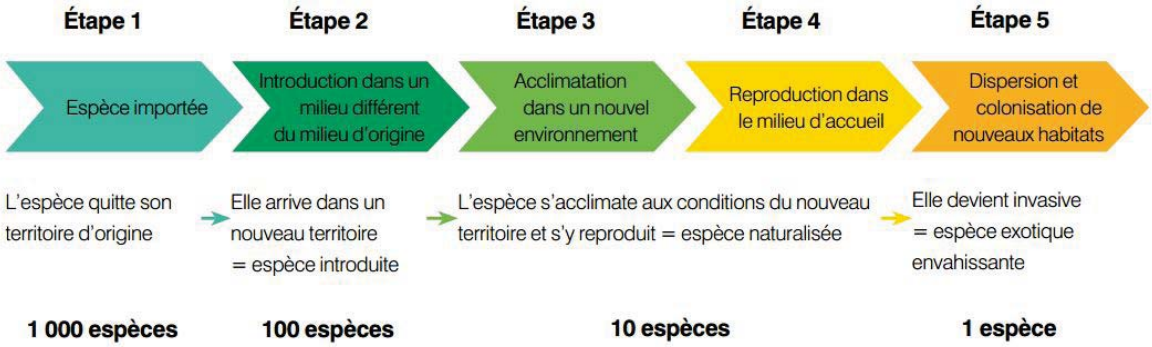


Figure 12. Schéma théorique de la dynamique conduisant à des invasions biologiques (37)

2. EVOLUTION DE LA RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE

2.1. Dans l'océan Atlantique

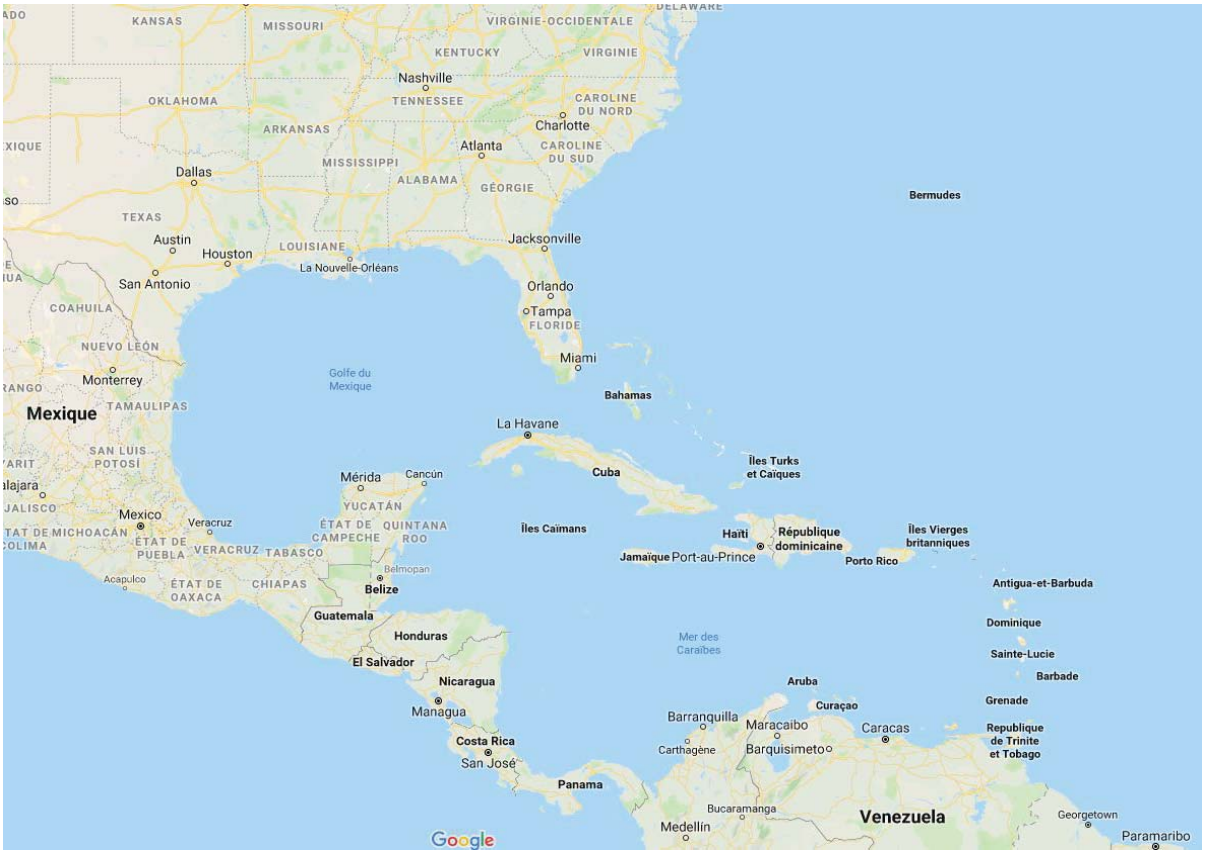


Figure 13. Carte géographique de la côte Atlantique Ouest (capture d'écran Google map)

Sur la côte Atlantique Américaine *(figures 13 et 14)*, voici la chronologie des enregistrements confirmés du poisson-lion (28) :

Octobre 1985 **:** la capture d'un spécimen par un pêcheur de homard au large de Dania en **Floride** constitue le premier enregistrement du poisson-lion aux Etats-Unis.

Août 1992 **:** suite au passage de l'ouragan Andrew, 6 spécimens d'un aquarium de bord de mer au sud de la Floride sont libérés. Quelques jours plus tard, ils sont observés vivants dans la **baie de Biscayne**.

Puis aucune autre observation de poisson-lion n'est déclarée aux Etats-Unis, jusqu'en 2000 où ils sont retrouvés à **Palm Beach,** en **Caroline du Sud** et dans trois localisations différentes de **Caroline du Nord**. Un juvénile est également signalé aux **Bermudes**.

2001 : le poisson-lion est repéré dans trois localisations de Floride, sur la **côte Géorgienne,** en Caroline du Sud (3 localisations) et sur 14 sites de Caroline du Nord allant jusqu'à Fire Island à **New York**. Des juvéniles sont occasionnellement retrouvés au nord de la Caroline du Nord mais il semblerait que les températures trop basses ne leur permettent pas de survivre.

2004 : la propagation du poisson-lion s'étend aux **Bahamas**.

2007 : après plusieurs signalements, la présence du poisson-lion dans les **Îles Turks et Caicos** et à **Cuba** est confirmée.

2008 : le poisson-lion atteint les **Îles Cayman,** la **Jamaïque,** la **République Dominicaine,** les **îles Vierges, Haïti, Sainte-Croix** (Iles Vierges), **Porto Rico**, le **Belize,** et la **Colombie.**

2009 : les poissons-lions gagnent les **îles Keys** en Floride (du sud de Miami jusqu'aux Marquesas Keys), le **Mexique,** le **Honduras**, le **Costa Rica** et le large du **Venezuela.** Cette année est aussi marquée par la première signalisation dans le **golfe du Mexique**, au niveau de la péninsule du Yucatan.

2010 : les *Pterois* continuent leur expansion dans le golfe du Mexique ; ils sont d'abord retrouvés en **Alabama** et en **Louisiane,** puis au **Texas** en 2011 et au **Mississipi** en 2013 (*source : USGS*).

2013 : un spécimen aurait été observé en **Virginie.**

2014 : un poisson-lion a été capturé dans le sud du **Brésil**.

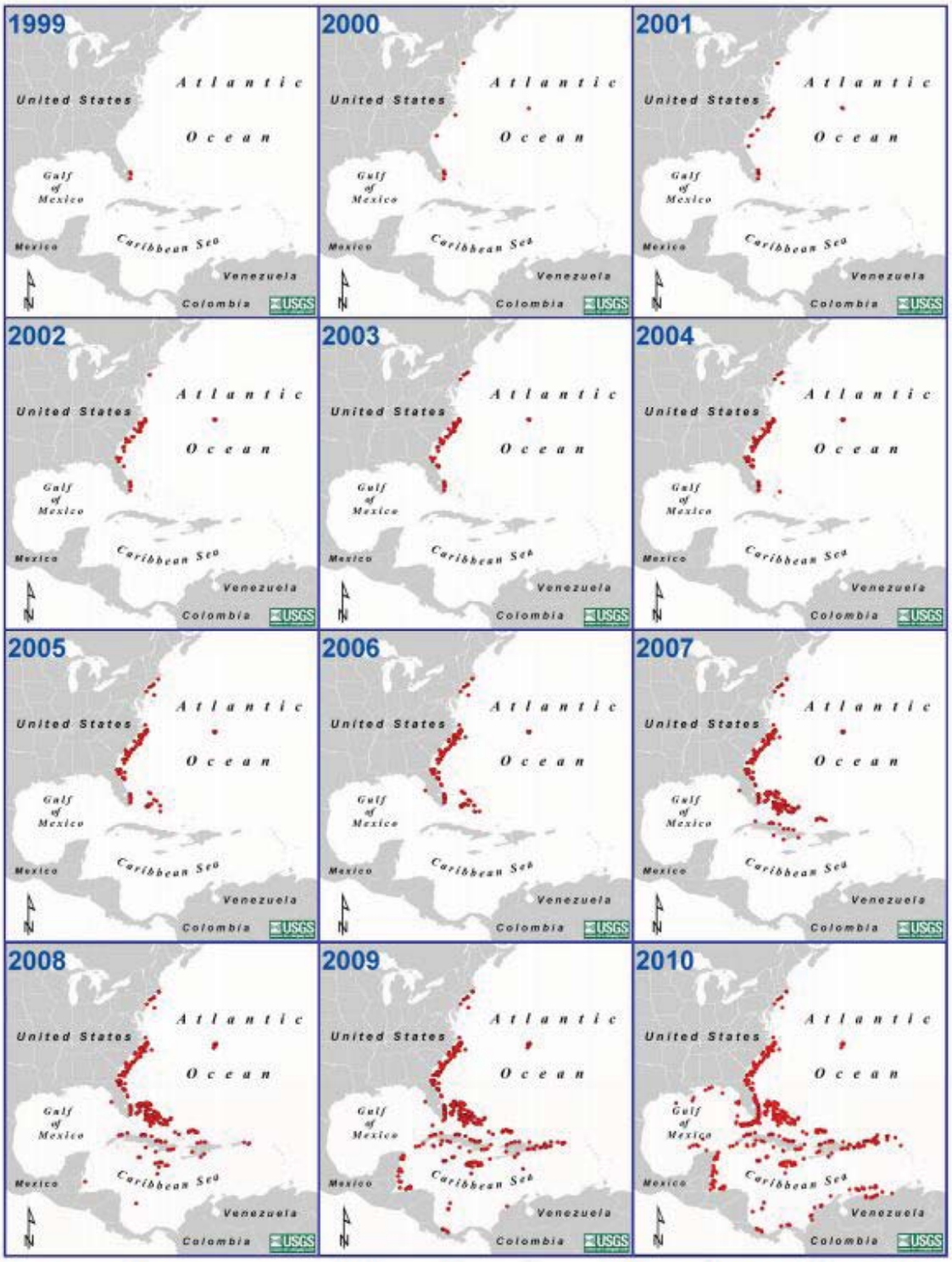

1999
2000
2001
2002
2003
2004
2005
2006
2007
2008
2009
2010
Atlantic
Ocean
United States
Gulf of Mexico
Mexico
Caribbean Sea
Venezuela
Colombia
USGS

Figure 14. Evolution des occurrences confirmées de poisson-lion en Atlantique Nord-Ouest et dans la mer Caribéenne entre 1999 et 2020 (données USGS)

Schofield (2010) présente les évènements par année de l'invasion du poisson-lion dans le nord-ouest de l'océan Atlantique, les Caraïbes et le golfe du Mexique (38). Cette étude a permis de recenser par année les localisations où les populations de poissons-lions se sont établies (ou naturalisées), c'est-à-dire qui parviennent à se maintenir à long terme dans une zone géographique donnée sans intervention humaine :

" **Sur la côte atlantique des États-Unis :** les poissons-lions sont établis de Miami à la Caroline du Nord depuis 2002. Ils se sont établis dans les îles Keys en Floride depuis 2009.

Aux Bermudes, Bahamas, îles Turques-et-Caïques et îles Caïmanes : les poissons-lions étaient établis aux Bahamas en 2005, aux îles Turques et Caïques en 2008 et aux îles Caïmans en 2009.

Dans les Grandes Antilles : des poissons-lions sont établis au large de toutes les îles des Grandes Antilles (Cuba [2007], Jamaïque [2008], Hispañola [Haïti et la République dominicaine; 2008] et Porto Rico [2009]).

Dans les Caraïbes, côtes du Mexique, d'Amérique Centrale et d'Amérique du Sud : des poissons-lions sont établis du Mexique au Venezuela (Mexique [2009], Belize

[2009], Honduras [2009], Nicaragua [2010], Costa Rica [2009], Panamá [2009], Colombie [2010], Venezuela [2010]). On ignore si l'espèce est établie au Brésil à l'heure actuelle (2016).

Une nouvelle crainte est le risque d'un passage à travers le canal de Panama par le poisson-lion via les eaux de ballast, qui lui donneraient accès à la côte ouest Américaine *(figure 15)*. Même si à l'heure actuelle cette éventualité est jugée peu probable, les chercheurs préconisent un renouvellement des eaux de ballast dans le lac Gatun au Panama afin de prévenir toute menace, étant donné l'intolérance de l'espèce vis-à-vis des conditions d'eau douce (39).

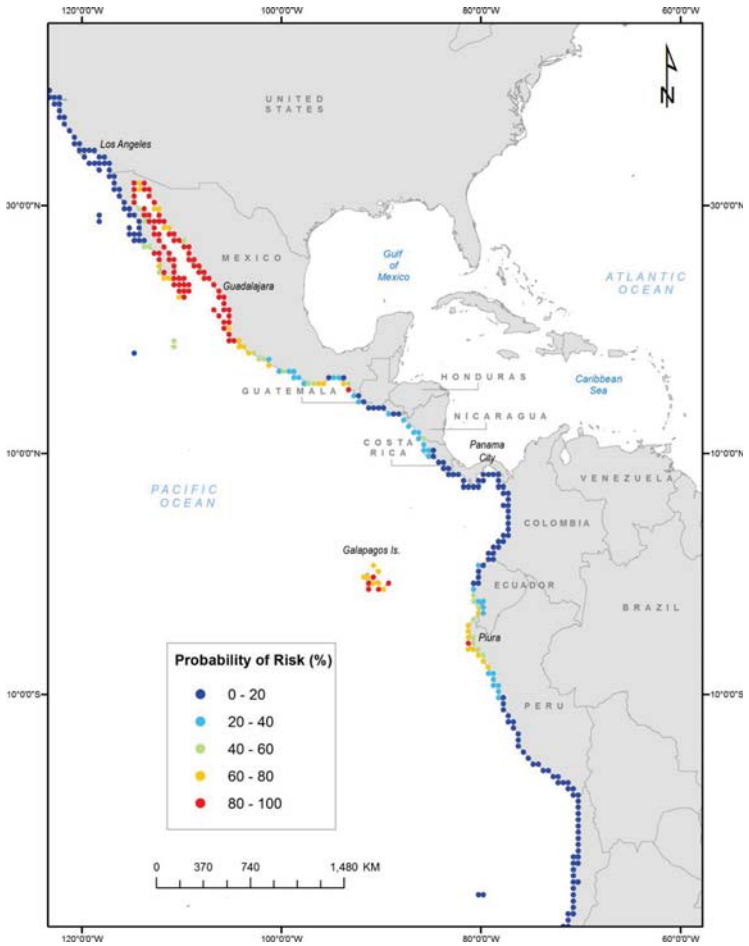


Figure 15. Carte évaluant la probabilité par zone de risque d'invasion par le poisson-lion sur la côte ouest Américaine *(d'après MacIssac et al.)*

2.2. En mer Méditerranée

Figure 16. Carte géographique du bassin méditerranéen (capture d'écran Google maps)

Dans le bassin méditerranéen (*figure 16*), les premiers enregistrements ont débuté plus récemment qu'en Atlantique.

Juillet 1991 : un poisson-lion est aperçu pour la première fois en mer Méditerranée, dans la **baie d'Haifa** (Israël), identifié comme étant un *Pterois miles* (3).
Il faudra cependant attendre 2012 pour confirmer l'enregistrement de deux nouveaux spécimens de *Pterois miles*, signalés sur la **côte Libanaise**.

2014 : en **Turquie,** un spécimen de *P. miles* est capturé pour la première fois dans la baie d'Iskenderun.

2015 : premier enregistrement le long de la côte nord de la **Tunisie**.
Oray *et al.* (2015) ont également signalé une infiltration de *P. miles* dans la partie nord de **Chypre,** puis à Rhodes en **Grèce**.

Septembre 2016 : un unique poisson-lion est photographié lors d'une étude scientifique au large de la côte de Vendicari dans le sud de la **Sicile**. Il s'agit du premier enregistrement de *Pterois* dans les eaux italiennes (*figures 17 et 18)* (3).

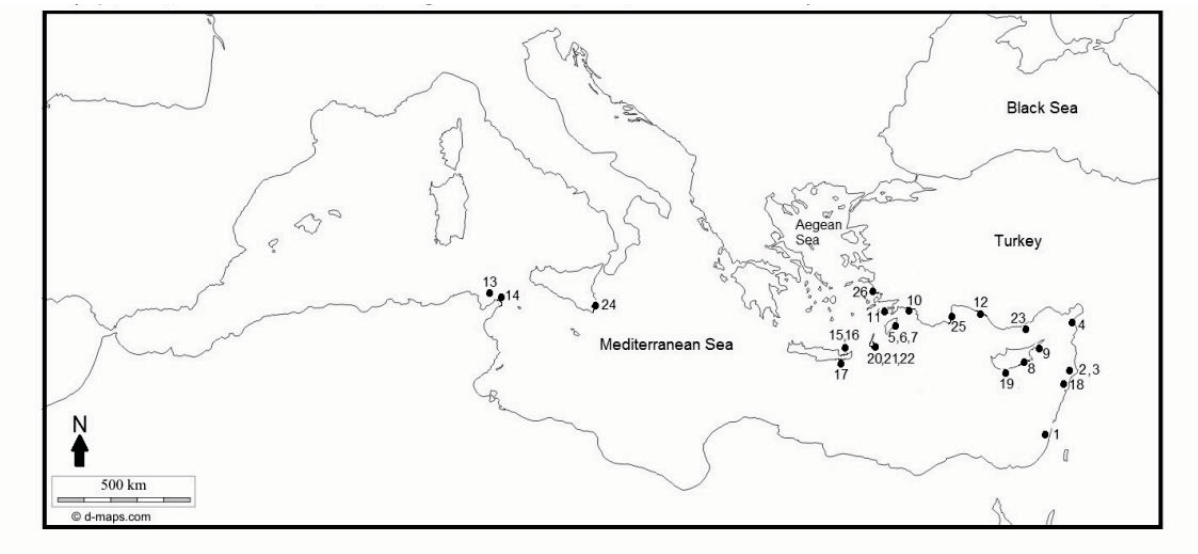


Figure 17. Carte de distribution des enregistrements scientifiques de *P. miles* en mer Méditerranée (*Yapıcı, S., 2018)*

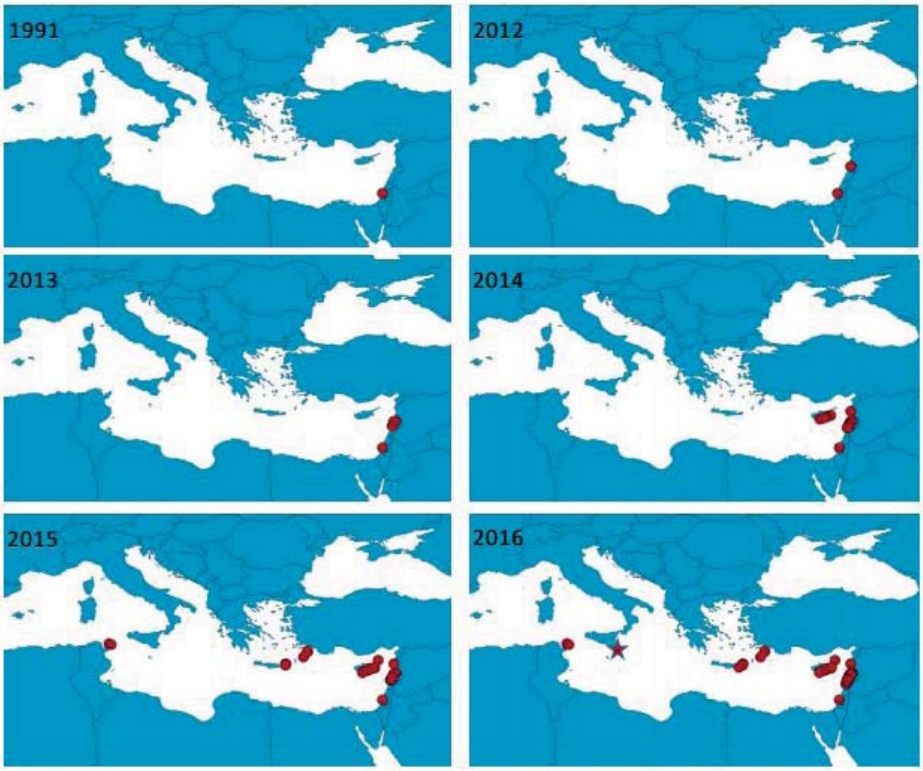


Figure 18. Carte de distribution des occurrences cumulées de *P. miles* en Mer Méditerranée de Juillet 1991 à Octobre 2016 *(Azzuro et al.)*

La carte suivante (*figure 19)* résume les territoires où *P. volitans* et *P. miles* sont naturellement présents, ainsi que l'étendue de leurs invasions dans le monde en 2014 avec une prédiction de leurs avancées futures.

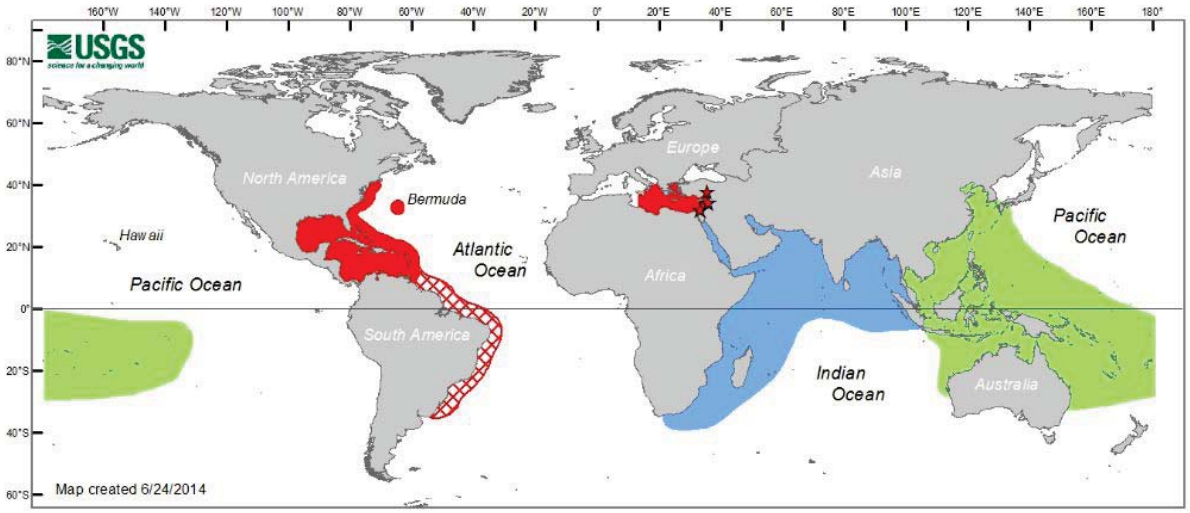


Figure 19. Carte réactualisée de la présence naturelle de *P. volitans* (vert) et *P. miles* (bleu) *adapté de Schultz (1986) et Randall (2005).*

- L'étoile en mer Méditerranée représente la migration lessepsienne de *P. miles* (*Golani et Sonin, 1992)*.
- L'étendue de la présence non naturelle de *P. volitans* et *P. miles* en Amérique et en Méditerranée est affichée en rouge.
- La prédiction de la future distribution de poissons-lions le long du littoral d'Amérique du Sud est représentée en hachures rouge *(Morris et Whitfield, 2009)*

3. EVOLUTION DE LA DENSITÉ DE LA POPULATION

3.1. En zone endémique

Selon une étude de *Kulbicki et al* (2012), il semblerait que l'on puisse dégager plusieurs observations concernant la distribution du poisson-lion dans son aire de répartition indigène Indo-Pacifique (40) :

- leur densité était estimée à environ 80 individus/ha, avec une densité maximale de 26 individus/ha (23).
- les poissons-lions sont rares sur la majeure partie de leur aire de répartition naturelle. Leurs densités moyennes sont bien inférieures aux densités observées en Atlantique.
- leur densité est plus élevée dans l'océan Indien que dans l'océan Pacifique.
- leur densité est également plus élevée aux limites de leur aire de répartition que dans les régions centrales et sur les plateaux continentaux qu'autour des îles.

3.2. En zone envahie

Les densités sont d'un ordre de grandeur plus élevé en Caroline du Nord que dans le Pacifique Occidental, avec en 2008 une densité moyenne de 150 poissons-lions /ha et certains sites dépassant les 450 individus/ha (11). Ces densités étaient encore plus élevées aux Bahamas avec une moyenne de 393 individus/ ha sur trois sites (41).
Les estimations de la densité atlantique sont 7 à 15 fois plus élevées que celles des Philippines, région du Pacifique où l'abondance de poissons-lions est la plus élevée. Ces différences indiquent le succès des populations de *P. volitans* dans leur aire envahie (42).

En mer Méditerranée, des signes clairs d'augmentation numérique sont apparus, auxquels s'ajoute une vitesse d'expansion remarquablement élevée de *Pterois miles* ; l'espèce a traversé le bassin oriental en à peine deux ans avant d'atteindre l'Italie et la Tunisie (3).

L'espèce est désormais mentionnée dans des articles de presse populaire à Chypre. *Kletou et al.* (2016) ont signalé que l'abondance du poisson-lion avait récemment augmenté et avait colonisé presque toute la côte sud-est de Chypre (43).

4. CAUSES DE LA PROLIFÉRATION

4.1. Origine de leur invasion

4.1.1. En Atlantique

Plusieurs hypothèses visant à expliquer l'arrivée du poisson-lion dans l'Océan Atlantique sont mentionnées dans la littérature.

La première évoque un lien avec l'ouragan Andrew en 1992. En effet, quelques jours après que cet ouragan ait frappé la Floride, plusieurs poissons-lions ont été aperçus dans la baie de Biscayne, laissant penser qu'il pouvait s'agir de spécimens provenant de la destruction d'un aquarium situé au bord de la baie.
Suite à cette observation, un rapport a été publié dans l'American Fisheries Society en 1995. A l'époque, l'article avait suscité peu de réactions mais à mesure que le poisson-lion se propageait, cet article a été remis en lumière par les médias, présentant l'ouragan Andrew comme étant la cause de l'invasion.
Depuis, l'auteur de l'article, Walter Courtenay, a révélé avoir publié ce rapport dans le but de garder un suivi du poisson-lion, et non d'expliquer l'origine de l'invasion (44).

La seconde hypothèse, plus probable, est celle de la remise à l'eau de spécimens d'aquarium de façon intentionnelle ou accidentelle. En effet, les études génétiques et de distribution vont en ce sens et indiquent que de multiples événements de relâchement se seraient produits avec au moins 10 poissons-lions (38).

4.1.2. En Méditerranée

Il apparaît que le délai entre la première observation de poisson-lion en 1991 en Méditerranée et celle de 2012 soit long en dépit de la grande taille et de l'apparence remarquable du poisson-lion. Selon *Azzurro et al*, l'enregistrement de 1991 *(Golani et*

Sonin 1992) peut être considéré comme la preuve d'un échec d'introduction de *P. miles* (3).

Les populations actuelles de poissons-lions en Méditerranée seraient le résultat de multiples tentatives de migration via le canal de Suez (2).
L'invasion du poisson-lion dans l'est de la Méditerranée est donc probablement un événement récent (45).

4.1.2.1. L'élargissement du canal de Suez

Historiquement, l'isthme de Suez était une bande de terre égyptienne reliant l'Afrique du Nord-Est à l'Asie Occidentale et séparant la mer Méditerranée de la mer Rouge.
En 1869, sous la direction de Ferdinand de Lesseps, cet isthme a été percé pour former un canal de 162 km de long pour 8 mètres de profondeur. Suite à des travaux d'élargissement en 2015, le canal atteint désormais une profondeur de 24 m (46).

Le canal de Suez a ainsi largement facilité les échanges maritimes entre l'Europe Occidentale et l'Asie, mais a aussi eu pour conséquence de mettre en rapport deux faunes strictement différentes. En effet, la jonction entre ces deux mers a permis aux espèces marines de se répandre de part et d'autre du canal, loin de leur milieu naturel.
Aujourd'hui, l'augmentation rapide des taux de migrations lessepsienne témoigne d'une réelle problématique à considérer dans l'envahissement d'espèces exotiques.

Néanmoins, cela ne s'est pas produit sans difficultés pour les espèces exotiques : les différences de température et de salinité entre les deux mers sont des facteurs limitant la migration lessepsienne. Ces conditions océanographiques défavorables ont d'ailleurs mis en doute une éventuelle invasion du poisson-lion en Méditerranée (47).
De plus, la traversée du canal en elle-même est difficile de par la profondeur du canal, sa faible largeur, sa salinité élevée, son manque de substrats rocheux susceptibles de servir de refuge ainsi que la pollution due à l'activité maritime.

Ainsi, l'élargissement du canal de Suez est un facteur essentiel à l'invasion mais il ne saurait expliquer à lui seul la colonisation d'espèces telles que *Pterois miles* en Méditerranée.

4.1.2.2. Le réchauffement des eaux

Les espèces originaires de la mer Rouge comme *Pterois miles* sont désavantagées par les températures nettement inférieures de la mer Méditerranée. En effet, le stade de reproduction, élément-clé de la colonisation de nouveaux territoires, est particulièrement sensible aux différences de températures (*tableau 3*).
La salinité étant corrélée positivement à la température, elle est également plus faible en Méditerranée (48).

	Mer Rouge	Mer Méditerranée
Température	22-34°C	13-31°C
Salinité	42 USP[3]	39 USP

Tableau 3. Température (en degrés Celsius) et salinité (en Unité de Salinité Pratique) en mer Rouge et en mer Méditerranée *(d'après Antoine et al, 2010)*

L'invasion actuelle du poisson-lion en Méditerranée est donc fatalement liée au réchauffement climatique, qui se traduit par une augmentation des températures dans l'hémisphère nord et un réchauffement des eaux de la mer Méditerranée (*figure 20*).

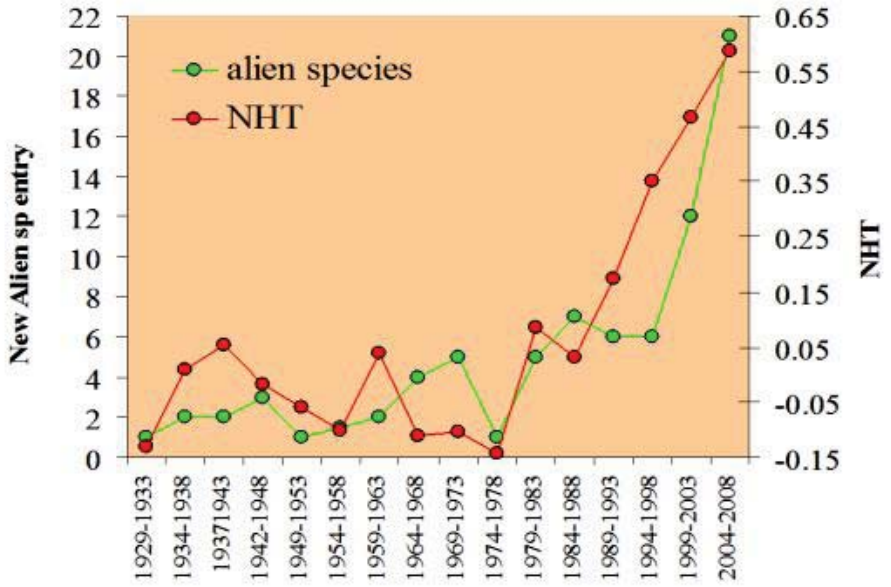


Figure 20. Evolution de la température dans l'hémisphère nord (NHT, rouge) et du nombre d'espèces non indigènes arrivées en mer Méditerranée entre 1929 et 2008 (en vert) *(d'après Pancucci-Papadopoulou et al, 2009)*

En parallèle, la salinité a, elle aussi, augmenté au cours des dernières années. En effet, le climat méditerranéen est propice au phénomène d'évaporation par son fort taux d'ensoleillement, souvent pas suffisament compensé par les faibles précipitations.

Cependant, cette perte en eau est sans cesse compensée à l'ouest de la Méditerranée par des apports venant de l'océan Atlantique.
En revanche, à l'est, les températures particulièrement élevées et les très faibles apports d'eau douce dus à la rareté des fleuves expliquent que la salinité du bassin méditerranéen oriental soit nettement supérieure à celle du bassin occidental.

Une étude menée en 2010 a abouti à la conclusion que : "si cette tendance se poursuit, il est fort probable que les espèces lessepsiennes présentes dans le bassin oriental s'installent entre autres sur les côtes françaises" (48).

4.2. Causes intrinsèques à l'espèce

Comme nous l'avons évoqué précédemment, une espèce est dite proliférante si elle "se reproduit, dans un premier temps, sur un territoire qu'elle occupe et devient, dans un second temps, hyperdominante sur ce même territoire."

Premièrement, nous avons vu que le moyen de reproduction du poisson-lion est très efficace et se déroule toute l'année en zone envahie (49). De plus, sa croissance rapide est associée à une maturité sexuelle précoce.
Dans les zones envahies, les spécimens observés semblent être de taille supérieure à ceux présents en zone endémique. Cette constatation est en lien avec ses capacités de reproduction : dans le cas des rascasses volantes, une grande femelle est capable de pondre dix fois plus qu'une femelle de petite taille.
En outre, les oeufs et les larves se dispersent sur de longues distances ce qui permet à l'espèce de se répandre très loin et très rapidement.

Deuxièmement, le poisson-lion est capable de s'adapter un grand ensemble d'habitats et tolère les variations de turbidité et de salinité, ce qui facilite son intégration dans de nouvelles communautés marines. Cette malléabilité en matière d'habitat est souvent associée à une flexibilité dans la sélection des proies et le comportement d'alimentation (42).

Troisièmement, les longues épines venimeuses dont sont pourvus les poissons-lions leur permettent de dissuader les prédateurs potentiels. Cela leur confère un avantage de taille au regard des espèces indigènes.

Enfin, le poisson-lion est capable de contourner les capacités d'évaluation du risque par les proies, ce qui le rend pratiquement indétectable par ses proies dans son aire de répartition naturelle (50).

En situation normale, les proies disposent de nombreux mécanismes anti-prédateurs sophistiqués, leur permettant de cataloguer, de renforcer la mémoire ou de minimiser les informations qui ne sont plus pertinentes (51).
Or selon *Lönnstedt et al,* dans le cas du poisson-lion, les proies sont incapables de reconnaître la forme de son corps, sa coloration ou son odeur dans son aire de répartition d'origine, et ce, quelle que soit leur expérience (52).

4.3. Le défaut de contrôles biologiques en zone d'invasion

4.3.1. L'absence de prédateurs

Le poisson-lion est peu ou pas soumis à la pression de prédateurs ou de compétiteurs indigènes.

L'abondance des prédateurs est déjà très diminuée par la surpêche mais cela est aggravé par le fait que les rascasses volantes se nourrissent des juvéniles de ces prédateurs. En effet, l'étude de neuf récifs coralliens des Bahamas a révélé que la biomasse du poisson-lion représentait 40% de la biomasse totale des prédateurs entre 2004 et 2010.

De plus, les *Pterois* exercent une compétition sur les serranidés juvéniles et adultes en consommant une grande quantité de crustacés (53).
La compétition concerne aussi l'habitat, puisque le poisson-lion réduit l'abondance d'autres espèces avec lesquelles il serait susceptible de cohabiter, telles que la langouste ou le mérou.

Bien que certaines espèces de prédateurs - notamment des mérous - aient été observées en train de se nourrir de poissons-lions, il est encore difficile d'en évaluer la fréquence et l'incidence réelle que cela représente sur les densités locales des *Pterois*.
D'autre part, des expériences menées en laboratoire ont suggéré que les mérous évitent de se nourrir de poisson-lion même en période de famine extrême (11).

4.3.2. La faible sensibilité aux parasites

Les interactions hôtes-parasites exercent une influence importante sur les écosystèmes. Dans le cas de la propagation des espèces envahissantes, elles peuvent même procurer un avantage sur le succès des espèces introduites par rapport aux espèces indigènes.

Premièrement, par un phénomène appelé "libération de l'ennemi", les espèces introduites - aussi sensibles soient-elles à la pression de parasites spécialistes dans leur aire de répartition-, sont souvent épargnées par les parasites spécialistes dans leur aire d'introduction.
En effet, il est probable que ces parasites ne puissent parasiter les nouvelles espèces rencontrées (du moins au départ), faute d'histoire évolutive partagée.

Deuxièmement, les espèces introduites peuvent être vectrices de parasites auxquels elles sont elles-mêmes hautement résistantes mais pour lesquels les espèces indigènes sont sensibles.

Dans le cas du poisson-lion, des études ont permis de constater qu'il est peu susceptible d'être infesté par l'ectoparasite généraliste le plus courant et le plus dommageable des récifs coralliens, les isopodes de la famille des gnathiidés (à la fois dans son aire de répartition et dans l'Atlantique).
De plus, les poissons-lions envahissants sont moins infectés par les parasites que les poissons-lions du Pacifique d'une part, mais aussi moins que les poissons indigènes de l'Atlantique écologiquement similaires (54) (*figure 21)*.

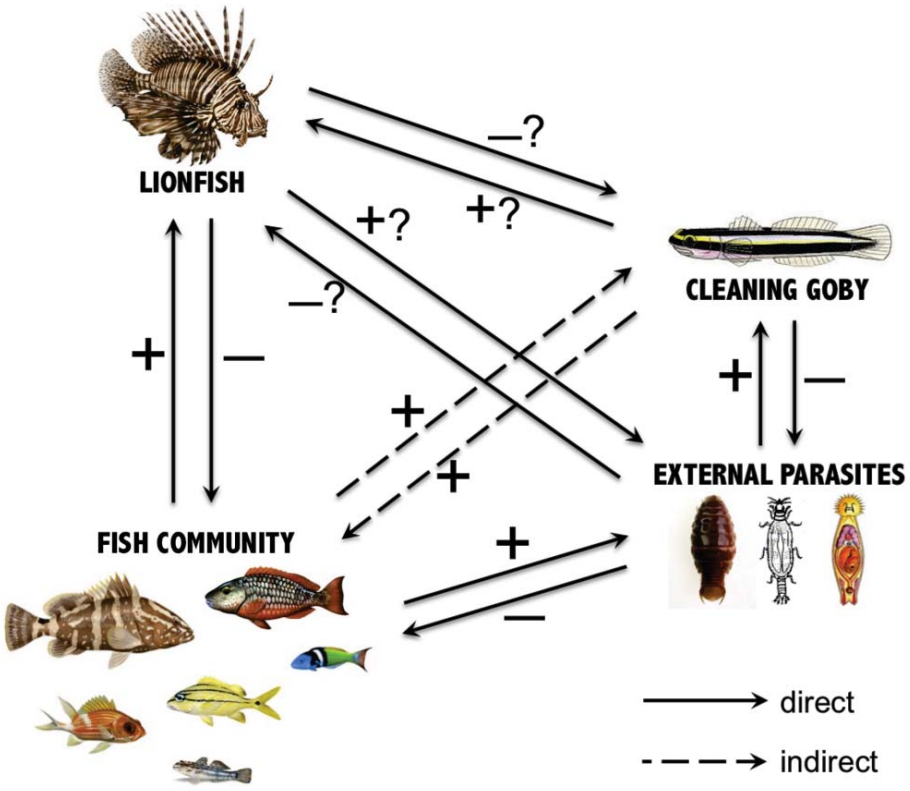


Figure 21. Schéma des interactions du poisson-lion, documentées ou inconnues avec d'autres espèces animales *(Tuttle, 2016)* (55)

4.3.3. Maladies et troubles génétiques

Des malformations génétiques ont pu être observées chez les poissons-lions en zone envahie, mais ces poissons avaient atteint le stade adulte et avaient réussi à survivre malgré des malformations potentiellement gênantes (6).

En outre, depuis l'été 2017, plusieurs cas de poissons-lions présentant des ulcérations de la peau ont été signalés sur les côtes de la Floride et des Caraïbes (56) (*figures 22 et 23)*. La cause de ces plaies n'a pas encore été identifiée malgré des efforts de recherche par les scientifiques. Les principales problématiques créées par ce phénomène sont de savoir ce que cela représente pour la pêche et les populations de poissons-lions ainsi que pour les autres communautés de poissons de récif. Il s'agit également d'une piste à explorer pour le contrôle des poissons-lions envahissants, même si nous ne disposons pas de données suffisantes pour envisager une telle perspective à ce jour.

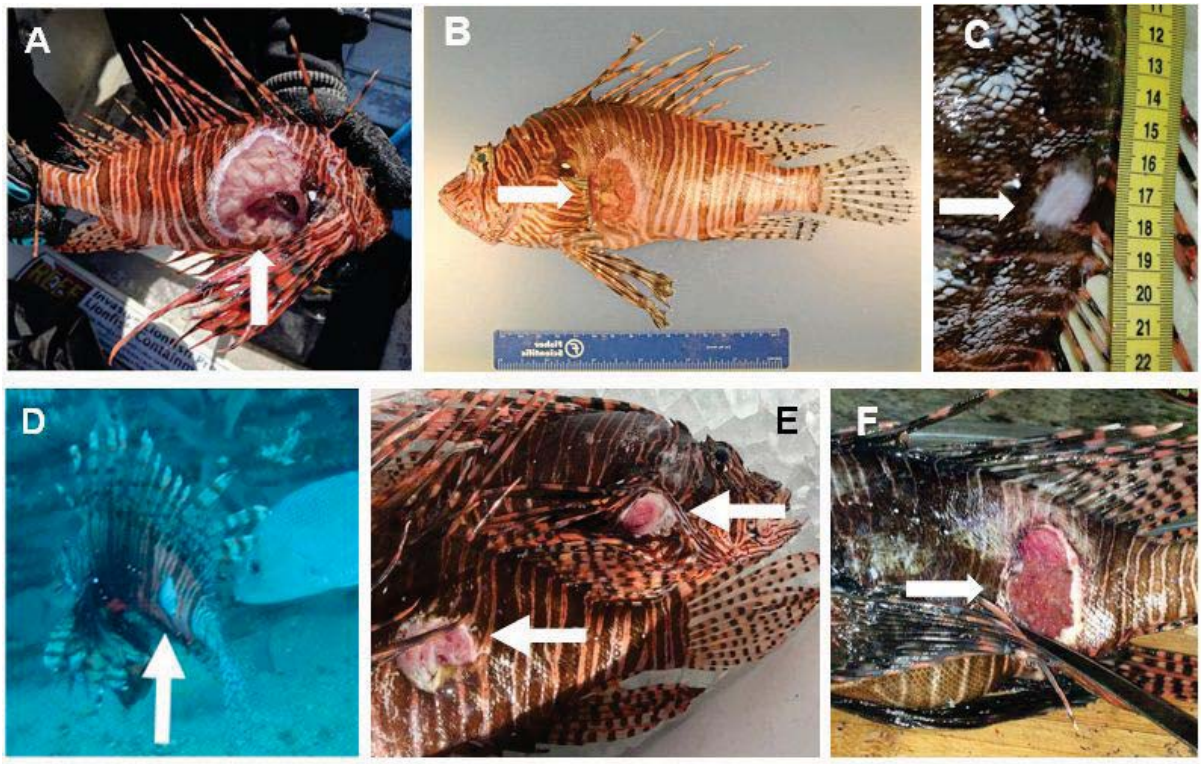


Figure 22. Photographies de *P. volitans* et *P. miles* présentant des ulcérations de la peau (56)

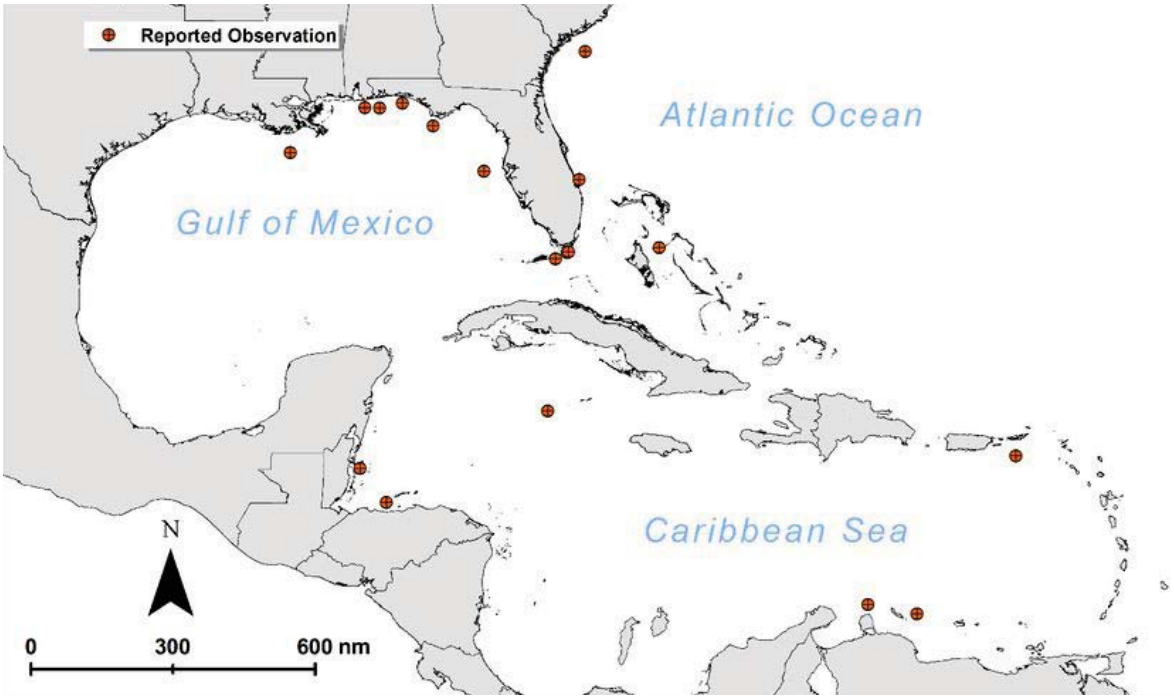


Figure 23. Carte de répartition de signalements de poissons-lions ulcérés (56)

PARTIE III : IMPACT ENVIRONNEMENTAL

1. GÉNÉRALITÉS SUR L'ÉCOSYSTÈME MARIN

Un écosystème est un milieu physiquement délimité. Il est composé du biotope d'une part (milieu biologique présentant des conditions de vie homogènes), et, d'autre part de la biocénose (ensemble des êtres vivants du biotope) (57).
Ces deux composantes indissociables interagissent et doivent être en équilibre pour assurer la stabilité du milieu.

Les écosystèmes marins sont caractérisés par un biotope d'eau salée et une biocénose variable souvent constituée de végétaux et d'animaux vertébrés (poissons cartilagineux, poissons osseux, mammifères marins…) et invertébrés (crustacés, mollusques, coraux...).

Le poisson-lion évolue principalement dans 3 types d'écosystèmes naturels : les récifs coralliens, les mangroves et les herbiers (58), (59).

2. IMPACT DE L'INVASION SUR LA BIOCÉNOSE

Selon *Albins et Hixon*, les fortes densités de poissons-lions observées dans des endroits tels que les Bahamas pourraient être à l'origine du plus important changement de biodiversité et de structure des communautés de poissons récifaux depuis le début de la pêche industrielle (4).

Les principaux effets du poisson-lion sur la communauté de poissons indigènes et les invertébrés sont en lien avec la prédation et la concurrence qu'il exerce sur eux en termes d'alimentation et d'espace.
Ces deux éléments corroborés ont pour effet de réduire considérablement les populations locales. Des chercheurs ont découvert qu'un seul petit poisson-lion pouvait réduire de 79% le recrutement de poissons indigènes dans un récif corallien (6,49).
La vitesse et l'ampleur de l'invasion sont telles que le poisson-lion envahissant pourrait faire disparaître des espèces de poissons n'étant même pas encore décrites par les scientifiques (60).

De plus, le poisson-lion pourrait se nourrir de petits poissons de récif comme *Thalassoma bifasciatum*, qui sont des nettoyeurs facultatifs. Le rôle des nettoyeurs est d'éliminer les parasites présents sur la peau des autres poissons. La prédation du poisson-lion sur ces nettoyeurs ainsi que sur les autres poissons est susceptible d'induire une diminution de l'agglomération des espèces transitoires (qui se déplacent entre les récifs) dans les zones où les *Pterois* sont présents (61).

3. IMPACTS DE L'INVASION SUR LES BIOTOPES

3.1. Sur les récifs coralliens

3.1.1. Généralités sur les coraux

Les coraux sont des animaux appartenant à l'embranchement des cnidaires, au même titre que les anémones de mer et les méduses. Ils correspondent à des colonies de polypes au squelette calcaire se nourrissant de planctons et vivant en symbiose avec des micro-algues appelées zooxanthelles. Ces algues vivent à l'intérieur du tissu du polype et se développent grâce à la photosynthèse et au CO2 rejeté par les polypes. En retour, les polypes consomment les nutriments et l'oxygène produits par les zooxanthelles (62).

La prolifération des algues est limitée par les poissons herbivores et omnivores et celle des coraux par les poissons corallivores. La chaîne alimentaire se poursuit par les consommateurs dits "secondaires", c'est-à-dire les poissons carnivores mangeurs d'herbivores et les poissons carnivores mangeurs d'autres carnivores. Ces niveaux doivent toujours être en équilibre pour assurer la pérennité des écosystèmes coralliens. Actuellement, les récifs coralliens sont soumis à de nombreuses menaces environnementales, dont les modifications climatiques, l'acidification des océans, la surpêche ou encore certains aménagements littoraux (63).

3.1.2. Impact de l'invasion du poisson-lion

L'effet du poisson-lion sur les coraux est indirect. Mais la rascasse semble se nourrir de poissons-perroquets en zone envahie, ce qui n'est pas le cas dans sa zone de répartition indigène. Or le poisson-perroquet est un herbivore qui nettoie les récifs en consommant le film d'algues formé à la surface des coraux et des rochers. L'étude de plusieurs récifs aux Bahamas a montré, qu'en cinq semaines, le poisson-lion pouvait réduire de 67% le renouvellement moyen de quatre espèces sur cinq de poissons-perroquets (5).

Ainsi, en épuisant les populations de poissons herbivores, le poisson-lion entraîne un déséquilibre évoluant vers une communauté corallienne dominée par les algues (64) *(figure 24).*

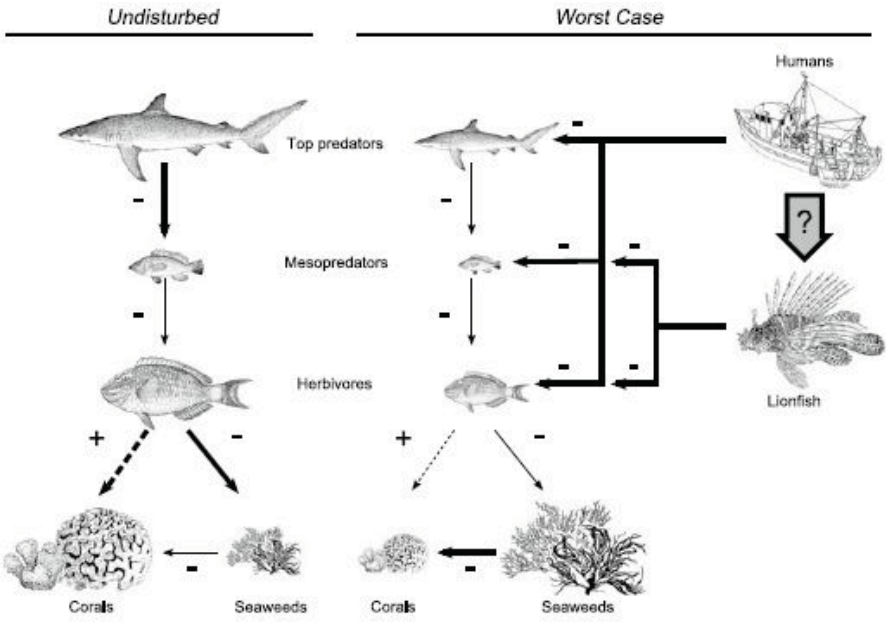


Figure 24. Effets combinés de la surpêche et du poisson-lion envahissant sur les écosystèmes coralliens *(Albins et al, 2011)* (4)

Le plus mauvais scénario pour les écosystèmes coralliens futurs en Atlantique et dans les Caraïbes, causé par une combinaison de surpêche par les humains d'une large gamme de poisson à tous les niveaux trophiques, et par le poisson-lion consommant de petits poissons et par compétition avec d'autres mésoprédateurs (*à droite*), par rapport à un système non dérangé *(à gauche).*

À Bock Wall, aux Bahamas, des prélèvements d'algues et de coraux ont été réalisés à différentes profondeurs en 2003, 2005 et 2009 (*figure 25*). Les plus grandes variations de couvertures d'algues et de coraux ont été observées entre 2005 et 2009 dans les profondeurs de - 46m et -61m où les algues ont montré une expansion majeure et où les coraux ont fortement diminué. Le poisson-lion n'ayant été observé là-bas qu'en 2009, il est la cause la plus probable de ces modifications (64).

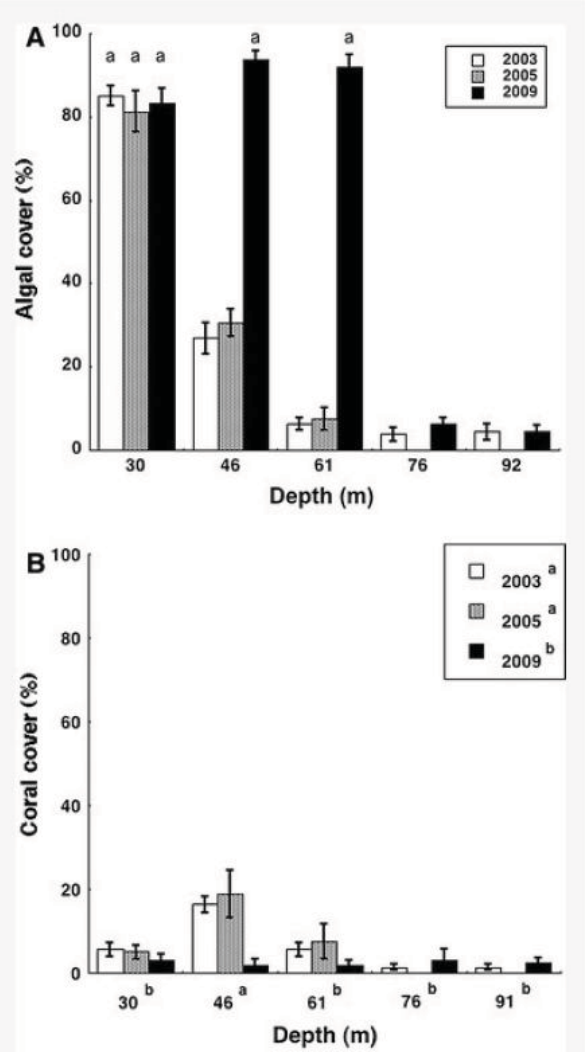


Figure. 25. Pourcentage de couverture d'algues et de coraux en 2003, 2005 et 2009. La couverture d'algues et de coraux variait considérablement à une profondeur de 46 et 61 m (64)

De plus, cette menace exercée par la prolifération du poisson-lion aggrave l'effet d'autres facteurs de stress sérieux des récifs coralliens de l'Atlantique tels que le blanchissement des coraux, le changement climatique, l'acidification des océans, la surpêche et la pollution (6).

3.2. Sur les mangroves et les herbiers

Une mangrove est une forêt amphibie composée majoritairement de palétuviers (*figure 26*) dont la faune est très riche : huîtres, moules, crevettes, reptiles, poissons, hérons… Il s'agit d'un espace protégé de la houle et du vent, permettant la nidification des oiseaux

et faisant office de nurserie pour les poissons. Les juvéniles peuvent y grandir protégés des prédateurs grâce aux racines en échasse des palétuviers, avant de repartir vers les récifs coralliens (65).

Figure 26. Photographie d'une mangrove (Gauthier Geoffroy, 2019)

Les herbiers marins sont des prairies sous-marines composées de plantes à fleurs (angiospermes) permettant d'abriter et de nourrir nombre d'espèces herbivores telles que des tortues, des poissons végétariens, des mollusques et crustacés (*figure 27)*. Ils servent aussi de zone de reproduction et de nurserie pour les poissons et coquillages (66).

Figure 27. Photographie d'un herbier marin (Philippe Bourjoin, 2012)

Plus largement, les mangroves et herbiers permettent de piéger les sédiments susceptibles de colmater, diminuer l'énergie des vagues et produire des matières organiques et de l'oxygène. Cela assure une protection des récifs coralliens.

À ma connaissance, aucune étude n'a été portée à ce jour sur l'impact de la prolifération du poisson-lion sur ces deux biotopes. Toutefois, à l'instar des récifs coralliens, il pourrait être en mesure de causer d'importants dommages dans ces deux types d'habitats tropicaux. Un suivi régulier de ces écosystèmes déjà très fragilisés par les activités anthropiques semble indispensable.

PARTIE IV : IMPACT SUR LA SANTÉ HUMAINE

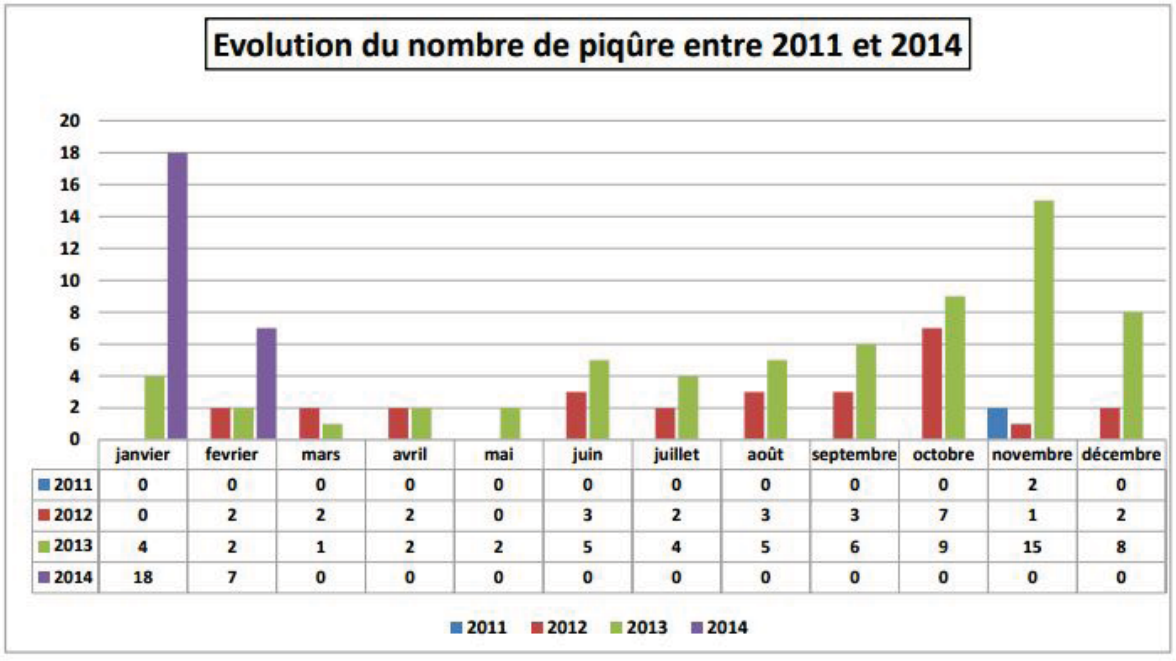
1. LES ENVENIMATIONS

1.1. Epidémiologie

Les cas d'envenimations sont inévitablement en hausse depuis le début de la propagation du poisson-lion *(figure 28)*. Selon un rapport de 2002, le nombre annuel d'envenimations par le poisson-lion arrivait en seconde position, après la raie pastenague, sur les 40 000 à 50 000 envenimations se produisant en milieu aquatique dans le monde (67).

Il semblerait que les hommes entre 40 et 49 ans soient les plus concernés. La plupart du temps, l'envenimation se fait par l'intermédiaire d'une seule épine mais il n'est pas rare pour les patients de présenter des piqûres multiples (28).

Bien que rarement mortelles, elles doivent faire l'objet d'une prise en charge rigoureuse. La sévérité de la réaction à une piqûre dépend de plusieurs facteurs : la quantité de venin sécrétée, l'état de santé de la victime (immunodépression, diabète…) et l'endroit de la piqûre (6).



	janvier	fevrier	mars	avril	mai	juin	juillet	août	septembre	octobre	novembre	décembre
2011	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
2012	0	2	2	2	0	3	2	3	3	7	1	2
2013	4	2	1	2	2	5	4	5	6	9	15	8
2014	18	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Figure 28. Evolution du nombre de piqûres en Martinique entre novembre 2011 et février 2014 (28)

1.2. Etiologies

Les épines venimeuses du poisson-lion n'étant utilisées que sur un mode passif-défensif, les piqûres sont accidentelles. Ainsi, les piqûres sont le plus souvent liées à un manque d'information et/ou à des comportements inadéquats de la part de l'Homme. De plus, il est à noter que le poisson-lion est peu farouche et se laisse assez facilement approcher (68).

Les envenimations ont lieu principalement en plongée, dans les filets de pêche, lors de nettoyages d'aquariums ou au cours d'une baignade (69). La manipulation des poissons-lions de petite taille rend les envenimations plus probables car le bout des épines est alors plus petit et plus aiguisé et le tissu glandulaire est plus proche de l'extrémité de l'épine.

1.3. Moyens de prévention

Le port de gants épais résistants aux perforations est conseillé dans l'eau et lors de la découpe du poisson mort (le venin reste toxique jusqu'à 48h après la mort de l'animal).

De même, l'usage d'un sac transparent ou d'un filet perforé distinct permettant une identification directe de l'animal peut réduire le risque d'accident au retour de la pêche.

Il est recommandé de se munir d'une paire de ciseaux et de découper immédiatement les épines après la pêche. La découpe se fait préférentiellement dans l'ordre suivant : les 2 nageoires pelviennes en premier, puis la nageoire anale et enfin la dorsale (*figure 29)*.

Ces épines doivent être confinées dans un récipient rigide avant d'être jetées afin d'éviter tout accident lors du nettoyage du plan de travail ou des ustensiles.

L'utilisation d'une pince pour prélever les poissons-lions dans leur bac de stockage limite également le risque d'accident.

La manipulation du poisson doit se faire par la tête car il s'agit de la partie la moins glissante. Les protubérances osseuses du crâne ne sont pas venimeuses, néanmoins elles peuvent être coupantes chez certains individus de grande taille (70).

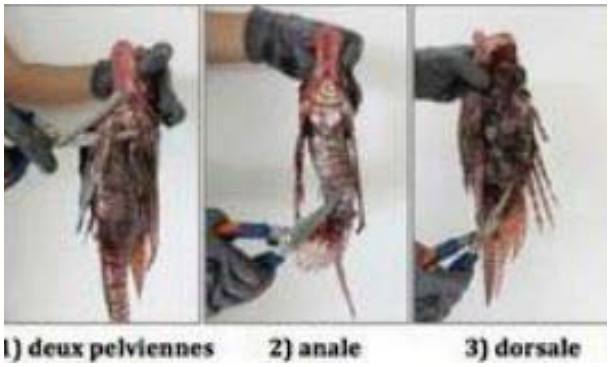


Figure 29. Étapes de la découpe des nageoires d'un poisson-lion (F. Védie)

Par ailleurs, il peut être utile de prévoir dans son sac de pêche des packs de chaleur réutilisables ou un thermos d'eau chaude à utiliser en cas de piqûre (*figure 30*).

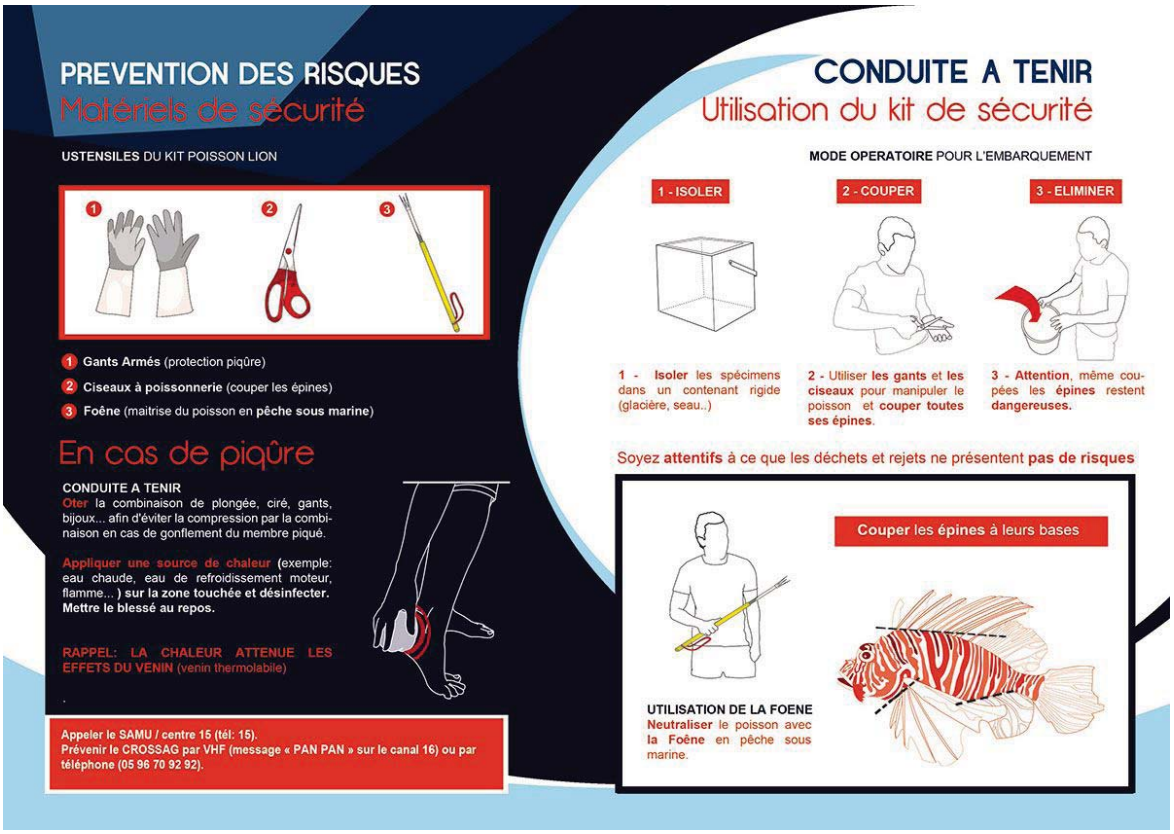


Figure 30. Affiche informative sur la prévention des risques (https://reservenaturelle-saint-martin.com)(71)

1.4. Symptomatologie

Le symptôme prédominant de l'envenimation par le poisson-lion est la douleur : elle est intense, vive, lancinante et centrifuge. En l'absence de traitement, la douleur atteint une intensité maximale en 60 à 90 min et dure en moyenne 6 à 12h (même si elle persiste parfois plusieurs jours voire semaines).

Les plaies induites par la piqûre sont classées en 3 grades selon leur sévérité (67,72):

- **Grade I** : la plaie prend d'abord un aspect ischémique ; elle est pâle entourée d'un érythème, et peut ensuite évoluer vers un aspect inflammatoire (oedème, chaleur) voire cyanosé (28) (*figures 31 et 32)*.

Figures 31 et 32. Photographies de plaies de grade I (28)

- **Grade II** : apparition d'une vésicule contenant du venin et pouvant s'étendre sur plusieurs centimètres (*figure 33)*.

Figure 33. Photographie de vésicules (grade II)

- **Grade III** : stade de la nécrose tissulaire locale. Elle résulte de l'infiltration dans le derme et les tissus sous-cutanés des toxines du venin présentes dans les vésicules (Grade II) (21) (*figure 34)*.

Figure 34. Photographie du stade de nécrose (28)

Sur une étude de 101 cas, 95% des patients avaient une plaie de grade I, 4% de grade II et 1% de grade III (73).

Des anesthésies, paresthésies ou hypoesthésies peuvent également se déclarer au niveau des extrémités touchées. La cicatrisation peut être longue et s'étendre jusqu'à plusieurs mois après l'envenimation.

La plupart des cas se limitent à des symptômes locaux, mais des effets systémiques ont été décrits. Ils varient selon la quantité de venin injectée :

- **Au niveau du système nerveux** : asthénie, céphalées, vertiges, malaises, tremblements, hypersudation, fièvre, agitation, désorientation, délires, convulsions, neuropathies périphériques, arthrites.
- **Digestifs** : douleurs abdominales, nausées, vomissements, diarrhées.
- **Musculaires** : faiblesses, crampes, fasciculations, voire paralysies des membres.
- **Cardiaques** : hypo ou hypertension, brady ou tachycardie, troubles du rythme, insuffisance cardiaque congestive.
- **Pulmonaires** : détresse respiratoire, œdème.

Les signes les plus courants sont les nausées, l'hypersudation, la dyspnée, les douleurs abdominales, les faiblesses musculaires, l'hypotension, les syncopes et frissons.

Des complications de type infectieuses liées à la plaie, notamment des abcès, peuvent se déclarer.

Les complications les plus graves (états de choc, décès) sont aussi et heureusement les plus rares (29).

1.5. Prise en charge

Si l'envenimation a lieu au cours d'une plongée ou d'une baignade, la première conduite à tenir est de sortir le patient de l'eau. En effet, la piqûre peut engendrer un malaise dont les principaux risques sont la noyade ou une remontée panique sans respect des paliers de décompression (28).
Il convient également d'ôter tous les éléments susceptibles de comprimer les zones autour de la piqûre (bijoux, combinaison de plongée, etc…).
Les résidus d'épines visibles doivent être retirés immédiatement.

1.6. Traitement

Quelle que soit l'intensité de la piqûre, le premier geste à appliquer est l'immersion de la zone touchée dans de l'eau chaude (minimum 45°C) pendant 30 à 90 minutes.
En effet, la chaleur permet de désactiver les composants thermolabiles du venin et provoque une diminution de la douleur. Si celle-ci persiste, le geste peut être réitéré jusqu'à disparition ou amélioration de la douleur. Si la zone atteinte ne peut être immergée, il est possible d'appliquer un morceau de tissu propre imbibé d'eau chaude.
Des signes de gonflement peuvent apparaître mais l'application de glace est proscrite (préférer l'application de chaleur dans tous les cas pour désactiver le venin) (29).

Si malgré tout la douleur persiste, l'antalgique recommandé en première intention est le paracétamol, puis les anti-inflammatoires non stéroïdiens (ibuprofène, kétoprofène) voire des antalgiques de palier III type néfopam, nalbuphine ou morphine (69).

La suite du traitement concerne la prise en charge de la plaie : rinçage à l'eau claire ou au sérum physiologique et désinfection systématique avec un antiseptique local (chlorhexidine, hexamidine, povidone iodée).

La plaie doit cependant rester ouverte pour permettre le drainage et la cicatrisation : les sutures et les pansements compressifs sont à éviter.
Si une vésicule se forme, elle doit être excisée chirurgicalement afin d'éviter que la plaie ne passe d'un grade II à un grade III (stade de la nécrose).

Les débris d'épine résiduels doivent être retirés : si la plaie est profonde ou si la douleur persiste plusieurs jours avec un œdème inflammatoire, une exploration chirurgicale ou radiographique doit être réalisée.

Une antibiothérapie sous amoxicilline / acide clavulanique doit être envisagée si la blessure est profonde, souillée ou proche d'une articulation, en cas d'infection et chez tous les sujets immunodéprimés (28).

1.7. Prophylaxie

Une prophylaxie anti-tétanique doit être réalisée, même si les vaccinations du patient sont à jour.
En dehors des sujets immunodéprimés, une antibiothérapie prophylactique n'est pas recommandée (73).

2. LA CIGUATERA

2.1. Généralités sur la Ciguatera

2.1.1. Origine

La ciguatera est une forme d'ichtyosarcotoxisme (du grec ichtyos : poisson, sarcos : chair, toxicon : poison) ; il s'agit de l'intoxication alimentaire marine la plus répandue et elle poursuit encore son expansion dans le monde (*figure 35)*.

Ce syndrome est causé par la consommation de la chair de poissons de récifs tropicaux et subtropicaux contaminés par une toxine, appelée ciguatoxine. Celle-ci est produite par des algues microscopiques de l'espèce *Gambierdiscus toxicus*, présentes dans les récifs coralliens (74).

Gambierdiscus est principalement épiphyte, c'est-à-dire qu'elle utilise des macroalgues comme support pour vivre et croître, mais elle peut aussi se fixer sur des coraux morts. Par conséquent, comme nous l'avons évoqué précédemment au sujet des écosystèmes coralliens, toute atteinte de l'équilibre algues-coraux en faveur des algues est susceptible de favoriser l'émergence d'épidémies de ciguatera.

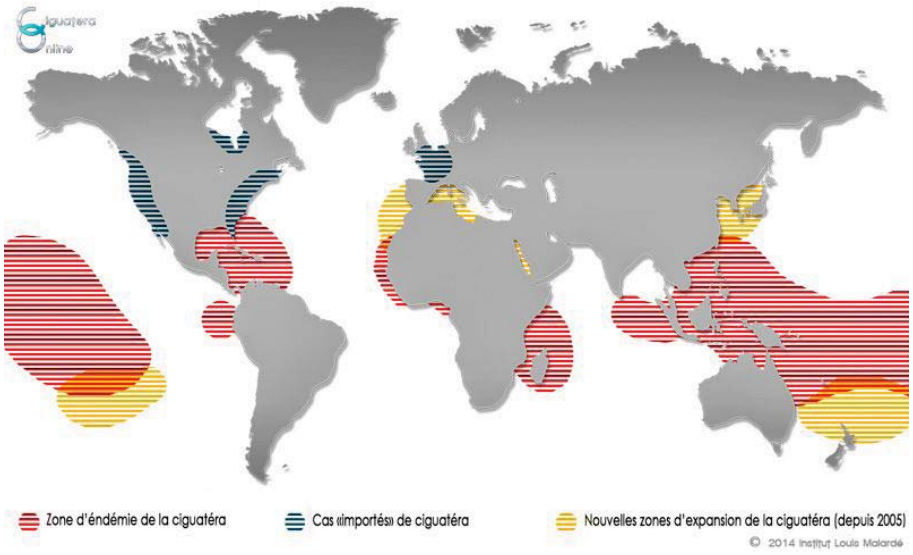


Figure 35. Carte mondiale de répartition de la ciguatera en 2014 (75)

2.1.2. Les toxines

L'Homme s'intoxique par l'ingestion de ciguatoxines accumulées tout au long de la chaîne alimentaire : d'abord par les poissons herbivores qui ingèrent des algues contaminées, puis par les poissons carnivores dont la toxine se concentre dans la chair et les viscères.

En réalité, plusieurs toxines provenant de *Gambierdiscus* ont été identifiées : 2 sont hydrosolubles et 3 liposolubles.

Les toxines hydrosolubles sont la maitotoxine et la ciguatérine. Elles ne sont pas impliquées dans le syndrome ciguatérique car elles se concentrent au niveau du tractus digestif, or les viscères sont très rarement consommés par l'homme. De plus, les toxines hydrosolubles ne sont généralement pas retrouvées chez les poissons carnivores : il semblerait qu'elles ne soient présentes que chez les herbivores.

En revanche, l'étude des toxines liposolubles a un rôle crucial dans la compréhension de la ciguatera. En effet, ce sont elles qui sont localisées dans les muscles des poissons, autrement dit dans leur chair. Les toxines liposolubles sont les ciguatoxines (CTX), l'acide okadaïque et la scaritoxine (76).

Bien que présentes à de très faibles concentrations dans la chair des poissons, les ciguatoxines sont les principales toxines impliquées dans la ciguatera (77). Thermostables, elles résistent à la cuisson et à la congélation.
Leur structure chimique varie selon leur localisation, ce qui a permis de les classer en 3 groupes : les ciguatoxines des Caraïbes (C-CTX, *figure 36*), du Pacifique (P-CTX) et de l'Océan Indien (I-CTX). Ces groupes induisent des intoxications dont les caractéristiques diffèrent tant par leur tableau clinique que par leur puissance (les P-CTX sont dix fois plus toxiques que les C-CTX) (78).

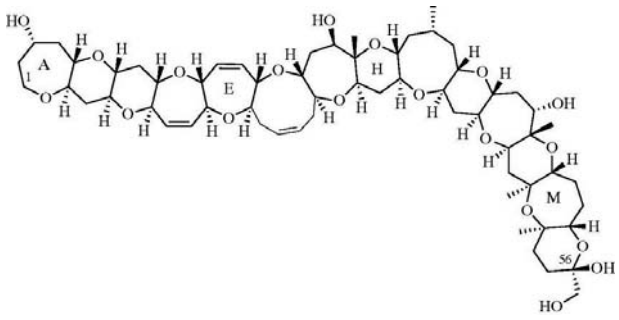


Figure 36. Structure de la C-CTX (79)

Les ciguatoxines sont des neurotoxines qui agissent en maintenant le site 5 des canaux sodiques des mammifères en position ouverte. Cela induit une dépolarisation de la fibre nerveuse par afflux de sodium intracellulaire (77).

2.1.3. La clinique

Les signes cliniques de la ciguatera ne se déclenchent qu'à partir d'un certain seuil de toxines (de 0,1 à 5 µg/kg soit environ 0,05 µg de toxines ingérées pour une personne pesant 50 kg) et suivent un ordre chronologique (*figure 37*) (80) (81).

Premièrement, un **temps de latence** compris entre 2 et 12h sépare la consommation du poisson contaminé et l'apparition des premiers symptômes. La durée de cette phase varie selon la quantité de toxines ingérée, la susceptibilité individuelle et une éventuelle exposition antérieure aux ciguatoxines, qui a pour effet de raccourcir cette période (les toxines sont peu éliminées par l'organisme et s'accumulent au fil des expositions).

Ensuite, lors de la **phase de début,** des signes gastro-intestinaux se manifestent, marqués par des douleurs abdominales, des nausées accompagnées ou non de vomissements et des diarrhées. Ces signes digestifs régressent rapidement et spontanément. Le patient peut également ressentir des fourmillements au niveau des lèvres et des extrémités. La ciguatera ne cause pas de fièvre mais au contraire plutôt une hypothermie à l'origine de frissons. Cette phase aiguë dure de quelques heures à quelques jours (78).

S'en suit une **phase** dite "**d'état**", au cours de laquelle les signes déjà présents peuvent s'accentuer et de nouveaux peuvent apparaître, dont des signes cardio-vasculaires tels que l'hypotension ou la bradycardie. Ces troubles cardiaques sont souvent des signes de gravité et peuvent demander une prise en charge médicale afin d'éviter l'apparition d'un risque vital immédiat.

On retrouve aussi des signes neurologiques comme des paresthésies (sensation de picotement), des vertiges, une ataxie ou encore des allodynies au froid, c'est-à-dire une sensation de brûlure ou de décharge électrique au contact d'objets ou de liquides froids.

Le syndrome ciguatérique peut se caractériser par un prurit intense, notamment au niveau de la paume des mains et de la plante des pieds, symptôme qui lui a donné le nom de "gratte" dans le Pacifique. Le prurit est prédominant en Polynésie et en Nouvelle-Calédonie mais plus rare à la Réunion (82).

Des arthralgies et des myalgies des membres inférieurs sont aussi fréquemment décrits.

En revanche, les signes psychiatriques sont rarement rapportés par les patients, ce qui rend difficile l'évaluation de leur fréquence. Parmi ceux mis en évidence : syndromes dépressifs, angoisses, phobies, cauchemars.

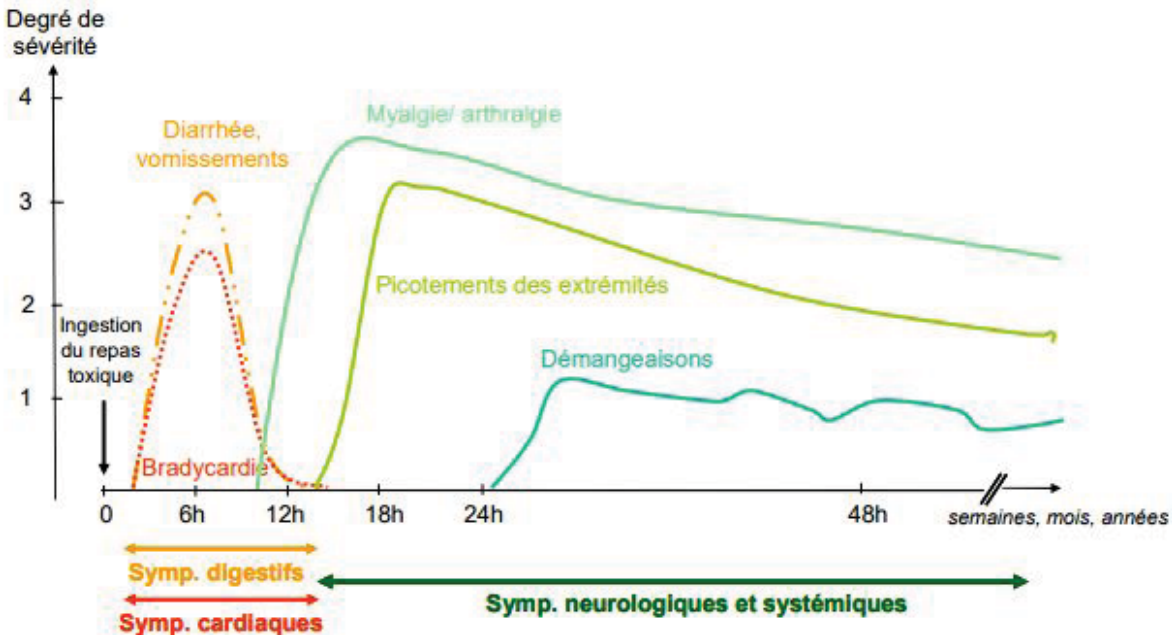


Figure 37. Evolution des symptômes et de leur degré d'inconfort dans le temps (78)

Lorsque, chez certains patients, des symptômes persistent des mois voire des années, on parle de **passage à la chronicité**. Cela concerne plus fréquemment le prurit, l'asthénie, les douleurs musculaires et articulaires.

Enfin, ce qui est typique de l'intoxication ciguatérique est la possibilité d'une **rémanence des symptômes,** surtout neurologiques, cutanés, musculaires ou articulaires, qui peuvent se réactiver de façon inconstante dans le temps (82). Seuls quelques facteurs de risque ont été identifiés, parmi lesquels l'ingestion de poissons non toxiques, le tabac, l'alcool, les activités physiques ou encore les situations d'amaigrissement.
L'hypothèse évoquée pour expliquer cette rémanence serait le stockage des ciguatoxines dans le tissu adipeux en raison de leur caractère lipophile. Le tissu adipeux relarguerait ces toxines dans le sang en cas de modification du métabolisme des lipides ou de réexposition aux produits marins en général (par un mécanisme de sensibilisation immunologique proche de l'allergie) (83).

2.1.4. Le traitement

Le lavage gastrique ou la prise de charbon actif peuvent être indiqués dans les premières heures de l'intoxication, sauf en cas de diarrhées ou vomissements qui les contre-indiquent.
Actuellement, le traitement de la ciguatera est essentiellement symptomatique : antalgiques de palier I ou II, antihistaminiques, anti-diarrhéiques, anti-spasmodiques, anti-émétiques…
Une antibiothérapie est indiquée si des lésions de grattage venaient à se surinfecter.
Les symptômes neurologiques peuvent être améliorés par l'administration intraveineuse de vitamines du groupe B et de gluconate de calcium.
Le D-mannitol peut être utilisé dans des cas particuliers, notamment pour contrer les troubles neurologiques et musculaires. Il est qualifié de "traitement spécifique" (76) .

2.2. Cas du Poisson-lion

En réponse à l'invasion du poisson-lion, les gestionnaires des ressources ont proposé la mise en place d'une pêche commerciale des *Pterois* envahissants. Or, une étude de 2013 a abouti à la conclusion que la consommation de poisson-lion envahissant pouvait constituer une menace potentielle dans les régions connues pour être des "points-chauds" de la ciguatera (84).

Une étude récente a permis d'évaluer plus précisément le risque lié à la consommation de poisson-lion envahissant dans les Caraïbes et le golfe du Mexique (85).
Il en ressort que les *Pterois* peuvent effectivement contenir des concentrations élevées en ciguatoxines (C-CTX) dans certaines régions de la côte Atlantique américaine ; dans certains points chauds connus comme Saint Barthélemy, cette concentration peut même atteindre 30 fois celle recommandée par la Food and Drug Administration fixée à 0.1 ppb (parties par milliard, soit 0,1 µg/kg).
Dans les îles Vierges britanniques connues pour avoir des taux d'incidence de ciguatera élevés, la proportion de poissons-lions contenant de la C-CTX mesurable s'est élevée à 53%.

Cependant, ces taux sont très variables, parfois même nuls selon les zones étudiées. Ces variations locales pourraient être dues à l'abondance et aux espèces de *Gambierdiscus* présentes. En effet, des paramètres tels que la température, la salinité, la turbidité ou encore la profondeur de l'eau conditionnent la répartition de *Gambierdiscus*. De plus, les différentes espèces de ce dinoflagellé présentes dans les Caraïbes et le golfe du Mexique n'ont pas les mêmes niveaux de toxicité. Il est à noter que le poisson-lion est une espèce à faible mobilité spatiale : il est fidèle à son site et ne parcourt que très rarement une distance excédant 1 km (85).

Ainsi, dans les zones sensibles où le risque ciguatérique est important, la prudence de chacun est de rigueur de par l'absence d'un test CTX commercial fiable et rentable disponible. La mise en place d'un programme de surveillance local s'avèrerait nécessaire avant d'autoriser la commercialisation du poisson-lion.

Par exemple, en Martinique et en Guadeloupe, l'autorisation de sa vente et de sa consommation a été rendue possible. En revanche, dans les îles du nord comme Saint Martin et Saint Barthélémy, les spécimens capturés se sont révélés positifs à la ciguatera, empêchant toute commercialisation et consommation de cette espèce là-bas (74) .

En conclusion, le risque de ciguatera par consommation du poisson-lion est existant mais dépendant du territoire de pêche et non de l'espèce.

PARTIE V : IMPACT ÉCONOMIQUE

1. EFFET SUR LE COMMERCE DE LA PÊCHE

Une évaluation précise des impacts économiques globaux liés au poisson-lion semble difficile.
Néanmoins, dans des régions où les secteurs de la pêche et du tourisme sont prépondérants telles que les Caraïbes et la Méditerranée, la prolifération du poisson-lion pourrait rapidement devenir désastreuse d'un point de vue économique.

Premièrement, nous avons vu que l'invasion du poisson-lion entraîne une réduction considérable de l'abondance de poissons et de crustacés, principalement par les mécanismes de prédation et de concurrence. Cela diminue le nombre d'espèces d'intérêt halieutique capturables par les pêcheurs.

Deuxièmement, l'augmentation de la capture de poissons-lions dans les filets de pêche se fait au détriment des autres poissons. Les pêcheurs professionnels passent un temps considérable à manipuler les poissons-lions, d'autant qu'ils doivent le faire avec beaucoup de précaution pour éviter les envenimations.

Par ailleurs, la prolifération du poisson-lion va à l'encontre des efforts mis en place, notamment en termes de reconstitution des stocks, de gestion durable et de préservation de la biodiversité marine.

Le tableau suivant (*tableau 4)* est extrait d'une étude économique réalisée dans les Antilles françaises et publiée en 2015 (58) :

Coût (€/an)	Guadeloupe, St Martin, St Barthélemy	Martinique	Total des pertes	Part des pertes (%)
Pertes liées à la réduction de biomasse des poissons récifaux dans les casiers, sennes, filets suite à la prédation / compétition du poisson-lion	238 859	68 938	307 797	3,07
Pertes liées à la réduction des captures de poissons dans les casiers à cause de la présence du poisson-lion dans les nasses	160 110	18 308	178 418	1,78
Coût annuel associé au temps perdu par les pêcheurs professionnels à manipuler le poisson-lion	228 568	164 917	393 485	3,93
Perte de valeur de la biomasse « capturable » totale non capturée dans les récifs, herbiers et mangroves	7 601 429	1 538 723	9 140 152	91,19
Coût annuel associé au temps perdu par les plongeurs lors de l'élimination du poisson-lion	1 592	1 592	3 183	0,03
Pertes totales	8 230 558	1 792 478	**10 023 036**	100

Tableau 4. Evaluation des pertes économiques liées au poisson-lion dans les Antilles françaises (58)

2. EFFET SUR LE TOURISME DE LOISIRS

Le principal loisir impacté par l'invasion du poisson-lion est la plongée sous-marine et le snorkeling (randonnée palmée). La réduction de la diversité et de l'abondance des poissons de récif associée à la diminution de la couverture corallienne rendent cette activité moins attrayante aux yeux des touristes.
Par exemple, dans les îles des Caraïbes, où l'industrie du tourisme représente 25 à 30% du PIB et 25% de l'emploi total, la dégradation des récifs peut entraîner une perte de croissance de 2 à 5% de l'industrie de la plongée et une perte de bénéfices nets annuels évaluée entre 100 et 300 millions de dollars pour l'ensemble de la région (86).

Cette modification du paysage sous-marin est accompagnée d'un risque accru d'envenimation dans les zones où le poisson-lion est présent en grand nombre. Ainsi, les panneaux d'avertissement installés sur différents sites informant du risque de piqûre peuvent décourager les baigneurs et les plongeurs et diminuer leur sentiment de sécurité. Dans ces zones, l'éducation et la sensibilisation peuvent s'avérer primordiales dans le maintien des activités touristiques (6).

La pêche récréative subit également les conséquences de l'arrivée du poisson-lion. En effet, la pêche récréative dans les Caraïbes dépend principalement de deux espèces : le mérou et le vivaneau. En se nourrissant de leurs juvéniles, le poisson-lion agit à l'encontre des efforts de rétablissement de ces espèces déjà fragilisées par la surpêche.

3. IMPACT SUR LA SANTÉ PUBLIQUE

Qu'il s'agisse du poisson-lion ou de toute autre espèce marine venimeuse proliférante, les toxicologues et les soignants doivent de plus en plus faire face aux conséquences des bouleversements écologiques qui les confrontent à de nouvelles problématiques sanitaires locales. Par conséquent, la mise en place de mesures de toxicovigilance est nécessaire afin de garantir une gestion sanitaire efficace de ces nouveaux phénomènes.

L'impact économique lié aux envenimations est principalement dû aux coûts des consultations médicales, de la prise en charge de la plaie et des complications éventuelles, ainsi que des traitements à la fois symptomatologiques et prophylactiques (antibiothérapie, vaccination).

Les campagnes d'information, de sensibilisation et de prévention peuvent également engendrer des dépenses non négligeables (87).

Si, à ce jour, aucune évaluation précise des coûts médicaux dus aux envenimations par le poisson-lion n'est disponible, l'impact de ce dernier en terme de santé publique n'en demeure pas moins majeur, et doit être pris en compte dans le calcul de son retentissement économique global.

4. COÛT DES MESURES DE LUTTE

Une étude de 2015 a permis d'évaluer les coûts des stratégies de luttes dans les Antilles françaises sur une période de 5 ans, selon 3 scénarios (58).

- Le scénario 0 représente l'absence de mesures de lutte.
- Le scénario 1 correspond à l'instauration d'une pêche commerciale, de campagnes de communication et de sensibilisation auprès des touristes ainsi que de prélèvements réguliers de poissons-lions (*tableau 5)*.
- Enfin, le scénario 2 est celui d'une lutte modérée, dans les régions où la mise en place d'une pêche commerciale est impossible (contamination par la ciguatera ou interdiction de pêche) (*tableau 6)*.

Selon cette évaluation économique portée sur les Antilles françaises, les investissements majeurs du scénario 1 porteraient sur les points suivants :

- Les dépenses de prévention pour la sécurité de la pêche professionnelle, avec équipement des navires de pêche en gants, ciseaux et foënes, ainsi que des plongeurs professionnels avec un kit de chasse par club composé d'une foëne et d'un tube de PVC d'une valeur de 78,5 €.
- Les analyses de toxicité pour la surveillance de la ciguatera et des taux de chlordécone.
- La diffusion d'informations correctes sur le poisson-lion et sa promotion par le biais de campagnes marketing.
- Une coopération régionale avec partage de données scientifiques et de réflexions au sein de la région Caraïbes.
- La mise en place d'un concours annuel de chasse au poisson-lion.
- Dans les zones interdites à la pêche commerciale, l'intervention de plongeurs professionnels pour des chasses ciblées et l'indemnisation des pêcheurs pour service rendu à l'environnement, d'une valeur de 5 € par nageoire.

Stratégies de lutte	Coût de l'investissement 2015-2019 (euros)	Estimations de la réduction du nombre de poissons-lions par an
Valorisation par la pêche commerciale		284 050
Campagne de communication	977 775	215 200
Chasse sous-marine par des plongeurs professionnels dans les zones récifales des aires marines protégées de Guadeloupe, Saint Martin et Saint Barthélémy	4 375 000	150 000
Dédommagement pour service rendu à l'environnement aux pêcheurs de Saint Barthélémy et Saint Martin	229 700	9 188
Total	**5 582 475**	**658 438**

Tableau 5. Coût initial d'investissement du scénario 1(58)

Dans le cas du scénario 2, les mesures de lutte sont limitées à l'instauration de campagnes de communication et l'indemnisation des pêcheurs pour service rendu à l'environnement (*tableau 6)*.

Stratégies de lutte	Coûts de l'investissement 2015-2019 (euros)	Nombre de poissons-lions prélevés par an
Campagne de communication	977 775	215 200
Indemnisation des pêcheurs pour service rendu à l'environnement	2 130 375	284 050
Total	**3 108 150**	**499 250**

Tableau 6. Coût de l'investissement initial du scénario 2 (58)

Pour le premier scénario, le bénéfice net après déduction de l'investissement initial était de 3,9 millions d'euros. Pour le deuxième, le bénéfice net s'élevait à 5,3 millions d'euros et à 6,4 millions pour le troisième. Le bénéfice supérieur dans le dernier scénario est lié au montant de l'investissement, inférieur à celui du second.

Cette évaluation révèle l'intérêt aussi bien environnemental qu'économique d'une mise en place d'actions de lutte, dont les bénéfices nets sur 5 ans sont supérieurs à ceux d'une inaction politique.

Ces bénéfices apportés par les stratégies de lutte seront amenés à croître au fil du temps, tandis que sans intervention humaine, le coût augmentera d'années en années, et ce, au détriment des écosystèmes marins.

PARTIE VI : LES ACTIONS DE LUTTE DANS LE MONDE

1. À L'ÉCHELLE INTERNATIONALE

1.1. Les organismes engagés

1.1.1.1. L'Union Internationale pour la Conservation de la Nature

Créée en 1948, l'UICN constitue l'une des principales organisations non-gouvernementales mondiales consacrées à la conservation de la nature. Elle regroupe 81 États, 113 organismes publics, plus de 850 organisations non gouvernementales, 10 000 scientifiques et des experts de 181 pays. L'UICN est également le plus vaste réseau de connaissances sur l'environnement dans le monde (88).

Elle est notamment à l'origine de l'initiative MedMIS (Mediterranean Marine Invasive Species) pour la lutte contre les espèces envahissantes dans les Aires Marines Protégées (AMP) en Méditerranée.
En élaborant un système d'information en ligne, MedMIS permet d'établir un cadre commun pour les AMP méditerranéennes, améliorer les systèmes d'identification et de notification de nouvelles espèces et d'établir une mise à jour régulière d'une base de données centralisée.
Sur sa plateforme, MedMIS propose un "Portail Lionfish" entièrement dédié au poisson-lion et financé par le programme LIFE de l'Union Européenne, l'Université de Chypre et la Marine & Environmental Research Lab.

1.1.1.2. L'International Coral Reef Initiative

L'International Coral Reef Initiative (ICRI) est un partenariat informel entre divers gouvernements, organisations internationales et organisations non gouvernementales pour la préservation des récifs coralliens et leurs écosystèmes dans le monde entier.
En 2010, l'ICRI a organisé un atelier régional caribéen sur le poisson-lion à Cancùn (Mexique) et donné naissance à un comité *ad hoc* appelé Comité Régional Poisson-lion (89).

Dans les départements et territoires d'outre-mer Français, c'est le réseau national de l'IFRECOR (Initiative Française pour les RÉcifs CORalliens) qui est en charge d'appliquer les recommandations de l'ICRI.

1.1.1.3. Reef Environmental Education Foundation

La REEF est un organisme international à but non lucratif basé à Key Largo (Floride). Ses activités sont axées principalement sur la conservation marine.

Par son programme pour les espèces exotiques envahissantes, la REEF met à disposition des formulaires de déclaration et une application mobile (Lionfish Sightings App) pour faciliter les enregistrements d'observation de poissons-lions.

Elle propose également un accès à des ressources en ligne, notamment à propos de la consommation du poisson-lion et des recherches en cours. Des tutoriels sur la capture à l'épuisette et les pratiques de manipulation sécuritaires sont disponibles sur leur site internet (www.reef.org).

Enfin, la REEF organise des “Derbies lionfish” (tournois de pêche) en Floride, des ateliers de collecte et de manipulation ainsi que des ateliers de fabrication de bijoux de poisson-lion (90).

1.1.1.4. Centre for Agriculture and Bioscience International

Le CABI est une organisation internationale à but non lucratif oeuvrant dans plus de 40 pays. Il travaille pour le développement agricole mondial en soutenant les communautés agricoles dans leur lutte contre les espèces envahissantes.
Le CABI fournit un nombre important de publications scientifiques sur le poisson-lion (91).

1.1.2. La Convention sur la Diversité Biologique

La CDB est une convention internationale juridiquement contraignante visant à élaborer des stratégies nationales pour la conservation et l’utilisation durable de la biodiversité. Elle a été finalisée lors du Sommet de la Terre en 1992.

Le 9e des 20 objectifs d’Aichi de cette Convention est le suivant : *“D'ici 2020, les espèces exotiques envahissantes et leurs filières sont identifiées et classées par ordre de priorité, les espèces prioritaires sont contrôlées ou éradiquées et des mesures sont en place pour gérer les filières afin d'empêcher leur introduction et leur établissement”* (92).

Par son article 8 (relatif à la Conservation in situ), elle engage les parties contractantes à *"empêcher d'introduire, contrôler ou éradiquer les espèces exotiques qui menacent des écosystèmes, des habitats ou des espèces"* et de ce fait, la CBD encadre les actions menées pour le contrôle du poisson-lion (93).

1.1.3. Le Programme des Nations Unies pour l'Environnement

Le PNUE *(UNEP en anglais)* est un organisme indépendant de l'ONU fondé en 1972 et dont le but est de répondre aux problématiques environnementales et au développement durable. Son siège se trouve à Nairobi au Kenya.
Les missions du PNUE sont de *"coordonner les actions environnementales de l'ONU"* et *"d'aider à la mise en oeuvre des politiques environnementales à travers le monde".*
La gestion des écosystèmes est l'une de ses priorités (94).

1.1.4. La Convention de Carthagène

La Convention de Carthagène porte sur *"la protection et la mise en valeur du milieu marin dans la région des Caraïbes".*
Il s'agit d'une convention régionale du PNUE, adoptée en 1983 en Colombie et ratifiée par 37 états et territoires de la région Caraïbes.

La Convention de Carthagène engage légalement les pays à *"protéger et gérer leurs ressources côtières et marines communes individuellement, conjointement et de façon durable".*

Trois protocoles ont ainsi été ratifiés par tout ou partie de ces 25 pays ; ils portent sur :

- La protection des écosystèmes et des espèces : "Specially Protected Areas and Wildlife - SPAW"
- La prévention et la réduction des pollutions en mer issues de sources terrestres (eaux usées, activités industrielles agriculture…) : "Land-based pollutions – LBS"
- La lutte contre les pollutions par les hydrocarbures en mer : "Oil spill"

La France a ratifié ces trois protocoles pour le compte de la Guyane et des Antilles françaises (Saint Martin, Saint Barthélémy, Guadeloupe et Martinique) (95).

Afin d'assurer la mise en oeuvre des protocoles d'application de la Convention, une Unité de Coordination Régionale du PNUE (UCR/PNUE) basée à Kingston (Jamaïque) a été créée.

L'UCR/PNUE est soutenue par des Centres d'Activités Régionaux (CAR) qui sont chargés de fournir un appui scientifique et technique, contribuer au montage des projets et rechercher des financements.

1.1.5. Le Protocole SPAW

Il s'agit de l'un des protocoles de la Convention de Carthagène, relatif aux zones et à la vie sauvage spécialement protégées de la zone Caraïbe. Il a été signé à Kingston en 1990 et est entré en vigueur en 2000. Ce protocole regroupe actuellement 16 états signataires qui se réunissent tous les deux ans pour établir un programme de travail.

Un accord entre le PNUE et la France a établi que le protocole SPAW serait mis en oeuvre grâce à un Centre d'Activités Régional (CAR-SPAW) basé à la DEAL de Guadeloupe et financé par le gouvernement français. Il reste toutefois sous l'autorité de l'UCR/PNUE (96).

Le protocole SPAW s'intéresse à la biodiversité marine et côtière, et notamment à la réduction des impacts des espèces envahissantes comme le poisson-lion (6). Parmi les actions menées par le CAR-SPAW et ses partenaires, nous pouvons citer :

- l'organisation de formations "Collecte et manipulation des poissons-lions"
- le développement d'une stratégie régionale "poisson-lion" avec la réalisation d'ateliers. Parmi les sujets abordés : rendus des résultats des analyse de ciguatera, implication de la pêche professionnelle et des tournois, etc…

Dans son dernier bilan des activités (2017-2018), le CAR-SPAW rapporte que *"le plan de travail de 2017-2018 a mis en lumière la nécessité d'efforts continus pour la mise en réseau des parties prenantes pour le contrôle du poisson lion"*.

Le CAR-SPAW est également impliqué dans le contrôle du poisson-lion dans le cadre du Programme BEST 2.0 (organisme de financement soutenu par la Commission européenne).
Ainsi, à Saint Barthélemy, l'Agence Territoriale de l'Environnement (ATE) a reçu des fonds de l'initiative BEST pour centraliser les signalements de poissons-lions, effectuer des analyses ciguatériques et organiser des chasses ciblées.

1.1.6. Le Comité Régional du Poisson-lion

Le Comité Régional du Poisson-lion (*ou RLC pour Regional Lionfish Committee en anglais*), également connu sous le nom de Comité *ad hoc* pour la réponse régionale des Caraïbes, a été créé en 2010 par l'ICRI en collaboration avec le PNUE, le CAR-SPAW et d'autres partenaires tels que la NOAA, la REEF, le CABI ou encore le gouvernement du Mexique.

Avec l'aide d'experts, ce comité a élaboré en septembre 2012 une stratégie régionale pour le contrôle du poisson-lion autour de 5 axes principaux :

1. Collaboration
2. Recherche scientifique et suivi
3. Législation, réglementation et politique de gestion
4. Contrôle des populations
5. Information et éducation

Cette stratégie a été présentée à la 15e réunion intergouvernementale de la Convention de Carthagène (2012).

Le Comité *ad-hoc* est aussi à l'origine de l'édition du manuel "Le poisson-lion envahissant : guide pour son contrôle et sa gestion" et de la création d'une liste caribéenne libre de contacts "poisson-lion" dans le but de faciliter la diffusion des informations (6).

2. AUX ÉCHELLES NATIONALES

2.1. Dans la région Caraïbe

2.1.1. Dans les territoires gouvernés par les Etats-Unis

2.1.1.1. Les États de la Côte Est

Au sein de la région Caraïbe, certains organismes américains très impliqués ont fourni un appui considérable en matière de recherche et de lutte contre le poisson-lion :

- **La National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)**

La NOAA est une agence qui dépend du Département du Commerce des Etats-Unis.
Afin de soutenir le partage d'informations précises, la NOAA a créé un portail web (https://lionfish.gcfi.org/). De plus, elle copréside une organisation internationale de groupe de travail sur les espèces aquatiques nuisibles et a largement participé à l'élaboration du manuel "L'invasion du poisson-lion : guide de contrôle et de gestion" (6).

Par ailleurs, le Plan d'action national sur le poisson-lion dans les sanctuaires marins de la NOAA (2015-2018) propose d'utiliser les sanctuaires marins nationaux (National Marine Sanctuaries, NMS) comme zones décisives pour la recherche scientifique, l'éducation et la gestion adaptative. L'évaluation des efforts faits dans ces zones pourraient servir de ligne directrice aux gestionnaires des aires protégées afin de faciliter leur prise de décision (97).

En plus des actions de contrôle, de recherche, de suivi et de sensibilisation, la NOAA par ce plan a proposé des démarches novatrices telles que la modification de la loi de l'État

de Floride, avec une interdiction d'importation de poissons-lions vivants et d'élevage pour le commerce des poissons d'aquarium (98).

- **L'United States Geological Survey (USGS)**

L'USGS est un organisme gouvernemental des Etats-Unis créé en 1879 chargé de surveiller et évaluer les dangers naturels, mais aussi de mener des recherches scientifiques ciblées.

Dans le cadre de l'invasion de la côte Atlantique par le poisson-lion, l'USGS a procédé à des études génétiques afin de préciser son origine, et a fourni des données d'observation et de distribution (dont des cartes d'évolution des densités par année) sur une plateforme dédiée accessible au public.

Chaque enregistrement est vérifié et géoréférencé avant d'être entré dans la base afin de permettre la réutilisation des données pour des publications scientifiques.

Ce suivi a d'ailleurs permis aux Antilles françaises de se préparer à l'arrivée des *Pterois* sur ses côtes.

Le Centre de recherche sur les zones humides et aquatiques de l'USGS étudie également de nombreux aspects de la biologie du poisson-lion (99).

En 2014, un Plan national de prévention et de gestion du poisson-lion envahissant a permis de servir de guide à un groupe de travail sur les espèces nuisibles aquatiques. Pour chaque état, les instances disposant de l'autorité et de la responsabilité pour l'invasion du poisson-lion étaient précisées, ainsi que les actions qui y ont été menées (100) :

- **En Alabama**, les efforts étaient davantage portés sur la documentation, la validation des rapports, la conservation de spécimens pour des études ultérieures et le suivi de l'invasion.
- **En Floride**, des stratégies de gestion ont été explorées dans les Florida Keys. La Florida Fish and Wildlife Conservation Commission (FWC) a supprimé l'obligation de détention d'un permis de pêche pour la pêche de poisson-lion.
- **Dans le cas de la Géorgie**, le plan de prévention et de gestion américain de 2014 déclarait que : "*aucun travail standardisé ou cohérent n'est mené dans les états ou eaux adjacentes pour étudier, contrôler ou surveiller l'invasion de poisson-lion".*
- **En Louisiane**, les occurrences de poisson-lion étaient surveillées mais aucune réglementation particulière ne s'appliquait à cette espèce en 2014.
- **Au Mississippi**, des enquêtes auprès des plongeurs étaient effectuées pour surveiller l'étendue de l'invasion et ses impacts sur les espèces indigènes. Les efforts de cet état incluaient également une vaste campagne de sensibilisation du public.
- **En Caroline du Nord**, il n'existait pas *"d'activités formalisées concernant le contrôle ou la surveillance du poisson-lion"* selon le plan en 2014. Cependant, un tournoi de chasse au poisson-lion et au homard a eu lieu sur 9 jours en 2013 pour réduire leur nombre et promouvoir la consommation de poisson-lion.
- **En Caroline du Sud**, une surveillance a été entreprise mais l'État a estimé que la mise en place d'une réglementation relative au poisson-lion *"n'aurait que peu d'impact sur le contrôle de cette espèce envahissante".*
- **Au Texas**, aucune réglementation particulière n'a été entreprise pour le cas du poisson-lion, néanmoins l'État effectue une surveillance et un rapport des observations.

En Floride, la stratégie de lutte a été basée sur une détection précoce et la mise en application d'un plan de réponse rapide. La phase 1 de ce plan concernait le début de l'invasion et préconisait la sensibilisation du public, un accès à des données centralisées et des formations pour les professionnels de la mer. Dès lors que l'invasion serait pleinement installée, la phase 2 débuterait avec une augmentation des efforts de sensibilisation, l'encouragement d'une lutte généralisée, le développement de la motivation (événements, marchés) et l'identification de sources de financement (101).

Au Texas, une Texas Lionfish Control Unit organise des voyages éco-touristiques sur plusieurs jours pour l'élimination des poissons-lions, des excursions pédagogiques, des cours pour la manipulation de la rascasse, et des échanges dans les écoles, les centres de plongée, et avec d'autres organisations aux États-Unis. Cette unité de contrôle mène également des recherches sur le poisson-lion.

2.1.1.2. Les îles Vierges américaines et Porto Rico

Aux îles Vierges américaines, la fondation Caribbean Oceanic Restoration and Education of Virgin Islands (COREVI) s'est chargée du développement et de la mise en application du "Programme d'intervention du poisson-lion des Caraïbes" dans le cadre du "Plan de gestion poisson-lion des îles Vierges américaines" de 2009. La mise en place de ce plan de gestion a été financé en majeure partie par la NOAA (103 000 $) (102), (103).
Ce programme a donné naissance à un réseau de réponse aux espèces envahissantes à travers les îles Vierges américaines et britanniques, et Porto Rico.

A Porto Rico, l'importation de poisson-lion et d'autres espèces potentiellement invasives a été interdite dès 2004. La stratégie de lutte a été axée sur la recherche, l'éducation, la formation à la capture pour tous les volontaires, la coopération entre la REEF et autres organismes ainsi que la constitution d'une équipe d'intervention chargée de la surveillance et du retrait du poisson-lion dans les plages publiques (104).

2.1.2. Dans les territoires gouvernés par le Royaume-Uni

Les territoires d'outre-mer britanniques concernés par les impacts du poisson-lion sont Anguilla, les îles Vierges britanniques, les îles Caïmans, Montserrat, les îles Turques-et-Caïques et les Bermudes.

A l'aide de son comité JNCC (Joint Nature Conservation Committee) - conseiller statutaire auprès du gouvernement britannique et des administrations -, le Royaume-Uni a élaboré un "Caribbean lionfish project" (Projet poisson-lion caribéen) en 2010.
Son but était de développer les efforts fournis dans le contrôle du poisson-lion dans les îles Caïmanes, les îles Turques et Caïques et les îles Vierges britanniques.
Pour sa mise en oeuvre, 60 000 £ ont été déversés. Anguilla a également pu bénéficier d'une partie de ces fonds.
Le Caribbean lionfish project porte un accent particulier sur la sensibilisation du public, dans la mesure où celui-ci serait susceptible d'apporter un soutien supplémentaire considérable à la lutte (105).

Les missions des territoires concernés par le projet étaient les suivantes :

- **Aux îles Caïmanes** : effectuer une surveillance de la biomasse des autres poissons de récif, évaluer l'efficacité des efforts de contrôle, élaborer et appliquer un protocole d'intervention rapide lors d'observations de poissons-lions, sensibiliser le public et former des volontaires à la capture (106).
- **Aux îles Turques et Caïques** : informer et sensibiliser le public en organisant un "tournoi du poisson-lion" et en travaillant avec les restaurants pour l'ajouter aux menus (107).
- **Aux îles Vierges britanniques :** en plus de mettre en place des activités d'information et de sensibilisation du public, former le personnel de diverses organisations à la biologie, au comportement, à la capture et au contrôle du poisson-lion.

Aux îles Turques et Caïques, une ONG (la Turks and Caicos Reef Foundation) organise chaque année un concours de pêche au poisson-lion soutenu par des entreprises locales.

Aux Bermudes, un groupe de travail nommé Bermuda Lionfish Task Force a été créé pour sensibiliser le public face à l'invasion du poisson-lion et améliorer la coordination ainsi que la concentration des efforts de lutte (108).

2.1.3. Dans les territoires gouvernés par les Pays-Bas

Les territoires caribéens appartenant aux Pays-Bas sont Aruba, Bonaire, Curaçao, Saba, Sint Eustatius et Sint Maarten.

A Bonaire, grâce à une préparation efficace en amont, un plan d'action a pu être établi 6 mois avant l'arrivée du poisson-lion. Le principal avantage de Bonaire est la présence importante de plongeurs qui ont pu fournir des données d'observation et participer à la capture. Probablement grâce à une campagne d'information active, un grand nombre de volontaires se sont engagés dans la lutte (109).

A Sint Eustatius, le STENAPA (St Eustatius National Marine Park) a proposé un plan d'action dès 2009 en deux étapes (pré- puis post-invasion).
En phase de pré-invasion, les actions se concentraient sur l'éducation et la sensibilisation (du public, des pêcheurs et plongeurs), la coordination des agences et organisations et l'élaboration d'un planning.
En post-invasion, le plan prévoyait la poursuite des démarches entamées lors de la phase 1 en ajoutant des actions de contrôle comme une capture de spécimens aux filets et une réponse rapide aux rapports d'observation dans un premier temps.
Ensuite, à mesure de l'avancée de l'invasion, des actions plus agressives devaient être engagées en coordination avec les différents partis (par exemple la mise en place d'un programme d'abattage).

A St Maarten, des sessions d'information ont été organisées, soutenues par des messages du service public. En termes de contrôle, St Maarten a commencé par collecter tous les spécimens observés. Lorsque la population atteignait un niveau trop élevée, un programme de sélection devait être organisé (110).

2.1.4. Dans les Etats souverains caribéens

Au Belize, dans le but d'inciter la capture de poissons-lions au début de l'invasion, une prime de 50 dollars beliziens a été instaurée et financée par le secteur public.
L'année 2009 a été marquée par la formation d'un sous-comité dédié au poisson-lion et l'arrêt de cette prime après la capture de plus de 70 spécimens (111).

Aux Bahamas, le plan de réponse national contre le poisson-lion a établi une stratégie avec des objectifs triés par ordre de priorité (112) :

- Priorité haute (application immédiate sur 1 ou 2 ans)
    - Modifications de la réglementation de la pêche (par exemple, un nombre illimité de prises de poissons-lions pour les personnes pêchant avec un permis de pêche sportive).
    - Développement de la pêche commerciale (formation des pêcheurs, sensibilisation du grand public).
    - Protection des parcs nationaux et des réserves nationales grâce à la mise en place d'un réseau chargé de l'élimination active du poisson-lion et de la surveillance de ces zones.
- Priorité moyenne (3 à 5 ans de mise en oeuvre)
    - Exiger le retrait des débris marins autour des quais, ports et plages qui pourraient fournir un habitat aux poissons-lions.
    - Améliorer la gestion des zones côtières, en particulier les sources de pollution d'origine terrestre qui dégradent les environnements côtiers naturels.
- Priorité faible (sur 6 à 10 ans) : limitation de la possession ou du transport de poisson-lion vivant et interdiction d'en détenir pour les aquariums.

Une prime pour les spécimens capturés et livrés a été discutée, mais le consensus était que les inconvénients l'emportaient sur les avantages, les principaux problèmes étant le montant du financement requis.

En Colombie, l'autorité environnementale en charge de la lutte contre le poisson-lion est la CORALINA (société pour le développement durable de l'archipel de San Andres, Providencia et Santa Catalina).
Ses efforts ont été davantage portés sur l'éducation dans les écoles, les centres de plongée et des pêcheurs (via des brochures, la radio et la télévision locale) d'une part, et d'autre part sur le contrôle du poisson-lion par la capture. Grâce à l'aide de plongeurs et d'une ONG (le Old Providence Ecohamlet Group), respectivement 1200 et 300 poissons-lions ont été capturés entre janvier 2009 (date de la première notification à San Andrés) et août 2010. Le manque de sources de financement présentait un obstacle à la mise en oeuvre de recherches et d'une surveillance (113).

Au Costa Rica, une «Stratégie nationale de contrôle du poisson-lion envahissant au Costa Rica» a été élaborée en reprenant les 5 axes de la Stratégie régionale du *comité ad-hoc* (collaboration ; recherche et surveillance ; cadre réglementaire ; contrôle ; éducation et communication).
Elle a été pensée pour faciliter la collaboration et permettre le partage des expériences régionales, nationales et locales à propos des connaissances et du contrôle du poisson-lion.

A Cuba, les principaux efforts pour contrôler le poisson-lion se concentrent sur l'évaluation de celui-ci en tant que ressource de pêche associée à la pêche au homard. En effet, la possibilité de pêcher le poisson-lion avec des abris artificiels pour la langouste blanche (*Panulirus argus*) est étudiée.
Un fort mouvement éducatif soutenu notamment par la presse nationale a pu faire diffuser efficacement les informations. En 2010, un atelier national pour l'étude du poisson-lion a été organisé (114).

En Jamaïque, la DBML (Discovery Bay Marine Lab), la NEPA (National Environment and Planning Agency), le réseau de surveillance jamaïcain Coral Reef , le secteur de la pêche, les centres de plongée, des organismes américains ainsi que des ONG locales ont oeuvré ensemble pour pouvoir proposer des ateliers de formation sur 2 jours. Ces ateliers ont été créés afin de former les acteurs et le public à la manipulation, la collecte de données scientifiques et à la cuisine du poisson-lion.
Des tournois ont également été organisés. La médiatisation a été un moyen efficace pour la sensibilisation du public (télévision, radio, presse…) (115).
Un "projet poisson-lion" sur 4 ans a pu être financé par le GEF (Global Environment Facility) et d'autres organismes dans le cadre du projet régional CABI-IAS (CABI - Invasive Alien Species).

Au Mexique, un programme d'alerte précoce a été mis en place. Des séances de formation ont été proposées aux services de loisirs aquatiques, aux pêcheurs et au public en général. Du matériel comprenant des filets pour la capture du poisson-lion et des gants de sécurité a été fourni. Le Mexique a également mis en place des tournois de poisson-lion (116).

Au Panama, parmi les actions menées : la création d'activités communautaires visant à promouvoir l'abattage et la consommation du poisson-lion sur la côte caraïbe et la réalisation d'études sur le parasitisme, la prédation, et les relations avec d'autres espèces (117).

En République Dominicaine, un comité d'experts s'est réparti la responsabilité des activités entre chaque participant (118) :

- le ministère de l'environnement pour le signalement les enregistrements
- l'aquarium national pour la compilation des informations
- la REEF Check DR (organisation non gouvernementale pour les écosystèmes récifaux en République Dominicaine) pour la rédaction d'un compte-rendu
- l'université pour la conception d'une campagne publique
- les représentants médiatiques pour la promotion de la pêche
- les sociétés publiques pour la promotion de la consommation

Au Venezuela, une campagne d'alerte précoce s'est déroulée dès 2008. De la première observation de poisson-lion en 2009 a découlé la création d'un portail web pour l'enregistrement des observations et une campagne d'information pour la pêche et la consommation de poisson-lion (119).

2.1.5. Dans les Antilles françaises

Les Antilles françaises ont été concernées plus tardivement que la Floride par l'arrivée du poisson-lion sur ses côtes. En effet, le poisson-lion n'a été observé pour la première fois qu'en juillet 2010 à Saint-Martin, en octobre de la même année en Guadeloupe et en février 2011 en Martinique.

Cependant, grâce à l'accès à une base de données pour le suivi de la propagation par la région Caraïbes, les îles des Antilles françaises ont pu anticiper de manière concertée l'invasion des *Pterois* sur leur territoire.

De ce fait, ils ont pu élaborer une stratégie de lutte en amont basée sur les retours des actions auparavant menées dans les Caraïbes, et prendre en compte leurs succès et leurs échecs (120).

Nous pouvons reprendre les actions menées aux Antilles françaises selon la chronologie suivante :

- **Jusqu'en 2010 : Phase d'anticipation de l'invasion**

Afin de se préparer au mieux à l'arrivée du poisson-lion, un rapport synthétisant les informations disponibles sur l'invasion de l'espèce a été établi par l'Université des Antilles et de la Guyane (UAG) (29).
Une vaste campagne d'information destinée au grand public et aux acteurs du milieu marin a été entreprise, par l'intermédiaire d'affiches et de conférences (*annexes 1, 2 et 3*).
Par ailleurs, l'ARS de Guadeloupe a validé des fiches médicales qui ont été transmises dans les clubs de plongée, les hôpitaux, ainsi qu'aux médecins et aux pompiers (*annexe 4*).

- **De 2010 à 2012 : Mesures de gestion et de lutte**

Aussitôt que les premiers poissons-lions sont apparus dans les Antilles françaises, les DEAL de Guadeloupe et de Martinique ont pu instaurer une stratégie de suivi et de capture des spécimens.
Dans la continuité de la campagne d'information déjà menée, l'aquarium de Guadeloupe a créé un bassin dédié aux poissons-lions (à circuit fermé pour éviter le rejet d'oeufs et de larves dans le milieu naturel), accompagné d'un panneau explicatif destiné au public permettant d'exposer les différents risques engendrés par l'arrivée de cette nouvelle espèce aux Antilles françaises.
D'autre part, des arrêtés préfectoraux ont autorisé de façon nominative la capture de poissons-lions en scaphandre autonome selon les recommandations établies par la DEAL et l'OMMM (*annexe 5)*. À cette occasion, des kits de capture composés d'épuisettes et de gants de protection ont été mis à disposition des plongeurs autorisés.

Par ailleurs, dans le cadre de la Stratégie Nationale pour la Biodiversité (2011-2020), plusieurs appels à projets ont été lancés, dont un traitant de "la lutte contre les EEE

terrestres et marines dans les départements et collectivités d'outre-mer". Deux projets relatifs au poisson-lion ont ainsi été retenus :

➢ *Projet PoLiPA : gestion, lutte, recherche et coordination*

Ce projet a pour objectifs de renforcer la lutte contre l'invasion du poisson-lion dans les Caraïbes d'une part, et d'élaborer un plan de référence pour le contrôle et la gestion de l'invasion d'autre part.
Concrètement, ce projet se traduit par :

- la mise en place d'une équipe spécialisée en Martinique pour animer la lutte active contre l'invasion du poisson-lion
- l'amélioration des pratiques de contrôle de la prolifération
- l'amélioration de la coordination du suivi de l'invasion (mise en place de protocoles spécialisés, de dispositifs d'alerte simples)
- l'amélioration de la coopération (communication, partenariats, collaborations de recherche)
- l'évaluation des coûts de l'invasion avec une analyse coûts-bénéfices des stratégies de lutte (*présentée dans la Partie V.4*)

➢ *Stratégie coordonnée de prévention et de lutte par la pêche professionnelle contre l'espèce invasive Pterois volitans en Guadeloupe et dans les Collectivités de Saint-Martin et Saint-Barthélémy*

Ce projet s'intéresse plus spécifiquement à l'intégration de la pêche professionnelle dans la stratégie de lutte contre le poisson-lion. Il se décline en quatre volets :

- prévention et sécurité des marins pêcheurs
- suivi de l'invasion et études préalables à une potentielle commercialisation
- lutte coordonnée contre l'invasion par la pêche professionnelle
- coopération régionale et échange d'expériences

Durant ces deux années, environ 5 000 poissons-lions ont pu être capturés par les plongeurs autorisés et 380 ont été congelés pour des analyses scientifiques.

Mais l'ampleur de l'invasion a été telle que les mesures mises en place - notamment la capture à l'épuisette -, ont rapidement été dépassées par le phénomène, ce qui a probablement découragé les acteurs.

❖ De 2012 à 2015 : Stratégie de contrôle du poisson-lion

Face à la propagation importante du poisson-lion, de nouvelles stratégies de lutte intégrant les projets retenus par la SNB ont dû être définies. C'est dans ce contexte que les pilotes de ces deux projets, la DEAL (en tant que service en charge de la problématique des espèces envahissantes et financeur des projets) et le CAR-SPAW ont élaboré en 2012 une stratégie en plusieurs volets :

- **La coordination des actions et le pilotage** : à la fois à l'échelle des Antilles françaises et à celle des Caraïbes.
- **La pêche professionnelle** : "information et équipement des pêcheurs de kits de sécurité ; suivi des poissons-lions capturés par les engins de pêche professionnelle ; intégration des poissons-lions au suivi du Système d'Information Halieutique ; étude du risque sanitaire (ciguatera et chlordécone) ; pêche du poisson-lion (avec une "prime à la nageoire" si impossibilité de commercialisation) ; promotion et commercialisation du produit en cas d'absence de risque sanitaire."
- **L'approche scientifique** : "analyses des contenus stomacaux, étude de l'éthologie alimentaire des *Pterois volitans* (UAG) ; établissement des courbes de relation tailles-poids caractéristiques de cette espèce (UAG) ; analyses génétiques ; évaluation de la capacité de charge des écosystèmes ; évaluation de l'impact économique de l'invasion sur la pêche et sur la biodiversité marine ; impact de la présence du poisson lion dans les nasses sur les autres espèces ; évaluation de l'impact poisson lion sur la biodiversité et recrutement des autres espèces prédatées."
- **La communication et la sensibilisation** : création d'un site internet, préparation d'un dossier de presse par l'OMMM, édition de livres de recettes de poisson-lion, affiches, etc...

- **La lutte ciblée** : “mise en place d’un protocole de suivi des captures ; information des clubs de plongée et formation des volontaires ; établissement des besoins en matériel et financiers pour chaque point focal ; délivrance des autorisations administratives de chasse en scaphandre autonome ; équipement des personnes autorisées (brassard d’identification, foëne et/ou speargun US, maintien du fusil sous-marin pour les personnes habilitées) ; réflexion sur la création d’une brigade de capture disponible sur demande ; mise en place de concours ou de journées de pêche, tournois…” (*annexe 6)*

Pour réaliser au mieux ces actions de lutte, un comité de pilotage invité à se réunir tous les trois mois a été créé. Il comprend les acteurs suivants :

- Les DEAL de Martinique et de Guadeloupe
- L’ATE St Barthélemy
- La préfecture des Iles du Nord
- Les directions de la mer de Martinique et Guadeloupe
- L’OMMM et le CRPMEM, porteurs des projets SNB
- la réserve naturelle de Saint-Martin
- Le CAR-SPAW

2.1.6. Bilan des plans d’action en Atlantique

En 2017, une étude a comparé les plans d’action de 8 pays caribéens face à l’invasion du poisson-lion et a dégagé les observations suivantes (121) :

- le leadership et la coordination des actions de gestion ont été fluctuants selon les pays
- la prévention a été négligée en faveur d’efforts concentrés sur le suivi, la détection et la réponse
- la moitié des plans examinés ne comprenaient aucun protocole de détection précoce et de réponse rapide aux espèces invasives

- l'abattage sélectif est une technique de contrôle souvent utilisée mais cela implique que les populations invasives soient à des niveaux où elles puissent être gérées
- aucun pays de l'étude n'a intégré la restauration des écosystèmes dans son plan
- les recherches scientifiques n'étaient pas linéaires selon les pays mais les départements américains engagés ont développé des bases de données et des outils d'aide à la décision pour prévenir l'introduction de nouvelles espèces envahissantes et améliorer les efforts de contrôle.
- 75% des pays analysés avaient de solides stratégies d'éducation et de sensibilisation (identification, manipulation, impacts négatifs, prise en charge des piqûres, promotion de la consommation de poisson-lion).

Malgré la multitude d'activités et de programmes de gestion mises en place dans ces pays, l'invasion du poisson-lion s'accélère.
Bien qu'il existe une stratégie régionale dans la région des Caraïbes, les efforts semblent avoir été localisés et assez mal coordonnés entre les agences ou avec les autres parties prenantes.

Pour optimiser les résultats de ces efforts, les auteurs préconisent un cadre régional complet, intégrant à la fois : un outil d'évaluation qui pourrait guider et rendre compte de la collaboration ; un leadership solide ; une politique de prévention (avec une vigilance particulière pour la surveillance des voies d'introduction potentielles telles que le canal de Panama) ; une approche intégrée de détection précoce et réponse rapide ; la mise en oeuvre de politiques juridiques pour réglementer le commerce des poissons d'aquarium ainsi que les conditions et équipements pour l'élimination du poisson-lion.

Par ailleurs, des efforts de restauration des populations (par exemple en réduisant la pression de la pêche sur les espèces en déclin, comme le poisson-perroquet) semblent indispensables pour assurer la régénération les écosystèmes endommagés. De plus, cela pourrait diminuer leur vulnérabilité face à des invasions ultérieures.

2.2. En mer Méditerranée

2.2.1. Le programme LIFE UE

L'Union Européenne soutient la cause environnementale et l'action pour le climat à l'aide d'un programme de financement appelé LIFE (L'Instrument Financier pour l'Environnement).
Pour la période 2014-2020, ce programme avait un budget de 3,5 milliard d'euros pour financer différents projets sous forme de subventions. Des propositions se devant innovantes sont évaluées puis sélectionnées via des appels à projets annuels.

2.2.2. RELIONMED-LIFE

En Méditerranée, les actions menées pour la lutte contre *P. miles* sont principalement pilotées par le projet RELIOMED-LIFE (Preventing a LIONfish invasion in the MEDiterranean through early response and targeted REmoval), mis en place en septembre 2017 et subventionné à hauteur de 1,5 millions d'euros.
Son objectif principal : faire de Chypre "la première ligne de défense" contre l'invasion des *P. miles*. En effet, de par sa proximité avec le canal de Suez, Chypre est l'un des premiers territoires concernés par les impacts de la migration lessepsienne et représente un site de choix pour la mise en place d'un système d'alerte précoce et de réponse rapide. L'expérience menée par l'île serait en mesure d'être partagée avec les autres pays méditerranéens afin qu'ils puissent renforcer leurs connaissances et optimiser leurs pratiques. En effet, la coordination transfrontalière est vivement encouragée afin de maximiser les chances de faire face aux espèces envahissantes (122).

En octobre et novembre 2017, des enquêtes par sondages téléphoniques et questionnaires ont été menées à Chypre auprès du grand public et des principales parties prenantes (publiques et marines) afin d'évaluer leurs connaissances sur le sujet. Les résultats ont révélé que le public était moins enthousiaste que les parties prenantes à l'idée de consommer du poisson-lion. Cependant, tous deux semblaient d'accord sur

l'importance de mener des recherches approfondies sur les impacts potentiels de cette espèce sur l'environnement, l'économie et la santé à l'échelle locale (123).

Des équipes de plongeurs volontaires, appelées RAT (pour Removal Action Team) se chargent d'effectuer des éliminations ciblées dans les zones sensibles comme les sites Natura 2000 ou les Aires Marines Protégées. Ces plongeurs, au nombre de 100, sont sélectionnés selon leurs aptitudes de plongée et leur motivation. Ils sont les seuls habilités à plonger en scaphandre autonome au large des côtes chypriotes, et seulement sous la supervision d'un représentant du projet RELIONMED.

Une campagne d'information et de sensibilisation a également vu le jour, notamment via les réseaux sociaux (Facebook et Twitter) et un site internet dédié au projet. Une chaîne Youtube a été créée dans le but de maintenir le public informé sur les actions qui sont menées et plusieurs derbys ont été déjà été organisés.
Cela se fait en collaboration avec l'initiative MedMIS portée par l'IUCN et financée par le programme LIFE européen.

PARTIE VII : LES MOYENS DE LUTTE

1. MOYENS DISPONIBLES

1.1. Commerce de la pêche

Les vastes campagnes de sensibilisation telles que "*eat em to beat em*" *(les manger pour les combattre)* ont probablement porté leur fruit et ont créé une augmentation de la demande du poisson-lion pour la consommation de sa chair savoureuse.

Bien que les chasses sous-marines de poissons-lions aient démontré leur efficacité dans la diminution des densités, elles présentent toutefois un certain coût et ne permettent pas d'offrir un approvisionnement assez régulier pour la commercialisation (124).
Les méthodes de pêche commerciale - lorsque les analyses ciguatériques le permettent - s'imposent donc comme le moyen le plus efficace de fournir une réponse à la demande nouvellement suscitée par le public.

En ce qui concerne la Floride, en 2017, les débarquements commerciaux de poissons-lions s'élevaient à plus de 116 000 livres (environ 52 600 kg), avec environ 1980 spécimens introduits dans les échanges commerciaux (125) (*figure 38)*.

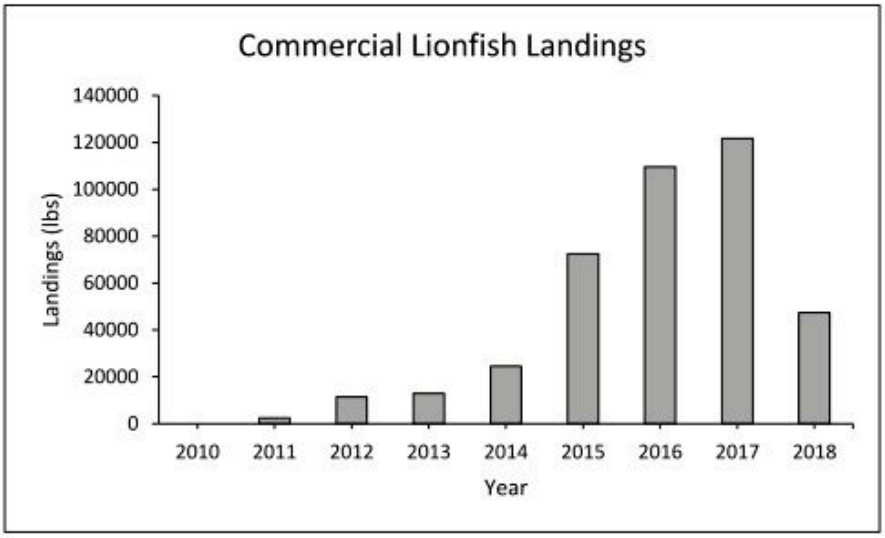


Figure 38. Débarquements commerciaux de poissons-lions de 2010 à 2018 en provenance de l'Etat de Floride

Cependant, malgré les mesures incitatives proposées par les gouvernements, les marchés commerciaux du poisson-lion n'ont pas atteint les résultats escomptés : l'offre demeure irrégulière et largement inférieure à la demande.

Une étude réalisée en 2016 au Belize a permis de dégager les 3 principales barrières à la mise en place d'un vrai marché commercial autour des *Pterois* (126).

La première est que les pêcheurs privilégient encore très majoritairement les pêches traditionnelles, ne considérant les *Pterois* qu'en une source accessoire de revenus, selon les opportunités.
En effet, la pêche d'espèces telles que le homard est bien plus lucrative que celle des poissons-lions : en 2014, 500 g de homard étaient vendus 7 à 12,5 $ contre 2,5 à 5 $ pour les 500 g de filet de rascasse. À cet aspect économique s'ajoute la crainte induite par le risque d'envenimations.

La seconde barrière est que le marché d'exportation américain exige des filets de grande taille (30 cm de long) pour garantir une certaine rentabilité. Cela entraîne une sélectivité qui réduit les volumes potentiels d'exportation et qui rend le marché peu attractif.

Le 3e obstacle est que la demande liée au poisson-lion est en grande partie corrélée au nombre de touristes et varie donc au cours de l'année. En effet, les restaurants touristiques sont les plus grands demandeurs de cette rascasse et à défaut d'une relation solide d'approvisionnement entre les restaurants et les pêcheurs, le marché intérieur est basé sur un équilibre précaire.

En ce qui concerne l'exportation, le Belize serait potentiellement en mesure de répondre à la demande internationale américaine de poisson-lion, évaluée à 36 tonnes par an. Mais selon les auteurs, les pêcheurs et les acheteurs hésitent à investir en l'absence d'une installation de manutention centrale certifiée et à cause de coûts d'exportation jugés trop élevés.

En Méditerranée, il existe encore peu de recul sur la place de ce poisson dans l'industrie de la pêche mais aucun frein ne semble empêcher sa consommation dans cette région. En effet, les rascasses en général sont d'ores et déjà intégrées dans la cuisine méditerranéenne. De plus, la présence de métaux lourds dans le tissu consommable ne serait pas à des niveaux qui pourraient menacer la santé humaine. Par ailleurs, les poissons de la famille des rascasses sont autorisés par le judaïsme (cacher) (127).

Il est certain que le développement commercial de cette rascasse pourrait offrir d'importantes opportunités aussi bien environnementales qu'économiques.
En effet, elle permet de réduire son abondance, mais aussi diversifier la pêche et réduire la pression sur les stocks indigènes déjà surexploités, tout en assurant un retour économique pour les pêcheurs.

Cependant, une problématique pourrait s'imposer à l'avenir : l'élimination complète du poisson-lion sera-t-elle réellement désirée si cette espèce devient une ressource économique influente ?

Une autre limite, davantage d'ordre environnemental, est que les techniques de pêche actuelles ne permettent pas de capturer les spécimens qui se trouvent à de grandes profondeurs. C'est pourquoi les chercheurs se tournent de plus en plus vers de nouvelles méthodes de collecte, telles que des pièges spécifiques ou des robots.

Enfin, la pêche commerciale ne peut être un moyen de pression sur les poissons-lions qui se trouvent dans les Aires Marines Protégées, du fait de leur réglementation. Ces zones constituent des refuges pour les *Pterois* et nécessitent une gestion particulière.

1.2. Concours de pêche

Entre 2009 et 2016, 86 tournois (également appelés derbies) ont été organisés : 37 dans le golfe est du Mexique, 29 dans les États du littoral Médio-atlantique, 7 dans le nord des Bahamas, 7 dans les îles Keys de Floride et 6 à l'extérieur de toutes les circonscriptions

(Saint-Vincent, Sainte-Croix, Sainte-Lucie, Barbade). Les prises par derby allaient de 23 à 8089 poissons-lions, dont la taille pouvait varier de 24 à 470 mm.

Ces tournois présentent l'avantage de faire participer le public et le sensibiliser, tout en diminuant localement le nombre de poissons-lions. Lors de ces événements, les plongeurs peuvent être formés à la pêche de cette rascasse et échanger leurs expériences entre eux (128).

Des prix sont décernés, généralement pour le plus grand nombre de poissons pêchés, le plus grand spécimen et le plus petit. Pour les participants, cela offre une source de motivation supplémentaire à celle de la lutte environnementale.
Certains spécimens capturés sont parfois cuisinés lors d'un repas en plein air communautaire et le reste est utilisé à des fins de recherche ou vendu aux restaurants.
De plus, cette initiative permet de réunir les différents acteurs de la lutte comme les pêcheurs, les restaurants et les industries du tourisme.

Toutefois, les concours de pêche présentent aussi des inconvénients.
Premièrement, les lots et l'organisation en elle-même nécessitent de trouver des sources de financement, ce qui pourrait être un facteur prohibitif pour certains gouvernements.
Ensuite, l'absence de suivi pré- et post-derbies est souvent reprochée, alors que cela pourrait constituer une source de données intéressante pour étudier l'impact réel de ces événements sur les espèces indigènes.
Par ailleurs, en raison des courants, la connectivité des larves (c'est-à-dire le résultat de leur dispersion et de leur survie jusqu'au stade juvénile) dans l'Atlantique Ouest est élevée et rend malheureusement les tournois peu efficaces à long terme sur le plan environnemental.
Enfin, tout comme la pêche commerciale, les concours de chasse ne permettent pas d'atteindre les poissons qui résident dans les fortes profondeurs.

Ainsi, les tournois de pêche sont à la fois bénéfiques au tourisme, à l'environnement (à court terme) et aux pêcheurs. Ils sont aussi un outil efficace de communication, de sensibilisation et d'éducation du public.
Cependant, pour optimiser leur efficacité sur l'environnement, les tournois doivent être organisés dans des zones concertées au niveau international et susceptibles de créer un impact significatif (avec des connectivités plus faibles).

1.3. Chasses ciblées

Ces chasses sont qualifiées de "ciblées" car elles s'adressent à des zones considérées comme prioritaires par rapport aux autres. La définition de ces zones prioritaires peut permettre d'organiser et optimiser les efforts, en particulier lorsque les ressources humaines disponibles sur place sont limitées.

Les critères de hiérarchisation diffèrent selon les priorités de la région concernée, qui sont en général de type économique, écologique ou pratique (6). Les zones ciblées peuvent être :

- les Aires Marines Protégées (AMP) : ce sont des zones "sanctuaires" où les prélèvements sont souvent interdits afin de préserver les ressources marines. Mais cela a pour effet collatéral de servir de refuge pour les poissons-lions.
  Afin de pallier ce problème, des licences spécialement dédiées à la capture de poisson-lion dans les AMP sont délivrées à certains plongeurs.
- les zones touristiques, dans l'objectif de réduire au maximum le risque d'envenimation des baigneurs.
- les aires d'importance écologique, en particulier les herbiers marins et les mangroves puisqu'ils servent d'abri aux poissons juvéniles et aux invertébrés.
- les zones de forte colonisation du poisson-lion, où les espèces indigènes présentent des difficultés à se reproduire.
- les zones faciles à prélever, de par leur accessibilité, peuvent aussi être considérées comme prioritaires car il est probable que les prélèvements y soient plus efficaces et que les plongeurs soient moins découragés à terme.

Les chasses ciblées sont effectuées par tous types de plongeurs (professionnels ou non), mais une formation spécifique est recommandée.

Les prélèvements sont plus efficaces en période de faible luminosité car les poissons-lions sont plus actifs, donc plus facilement repérables. L'utilisation d'un harpon semble être la technique la plus productive, néanmoins l'usage d'une épuisette peut s'avérer utile sur les spécimens de petite taille (6).

Les résultats des chasses ciblées sont souvent probants. En effet, une diminution locale de la densité et de la taille moyenne des spécimens a pu être observée sur plusieurs sites, comme en témoigne le diagramme suivant *(figure 39)* en Martinique (128).

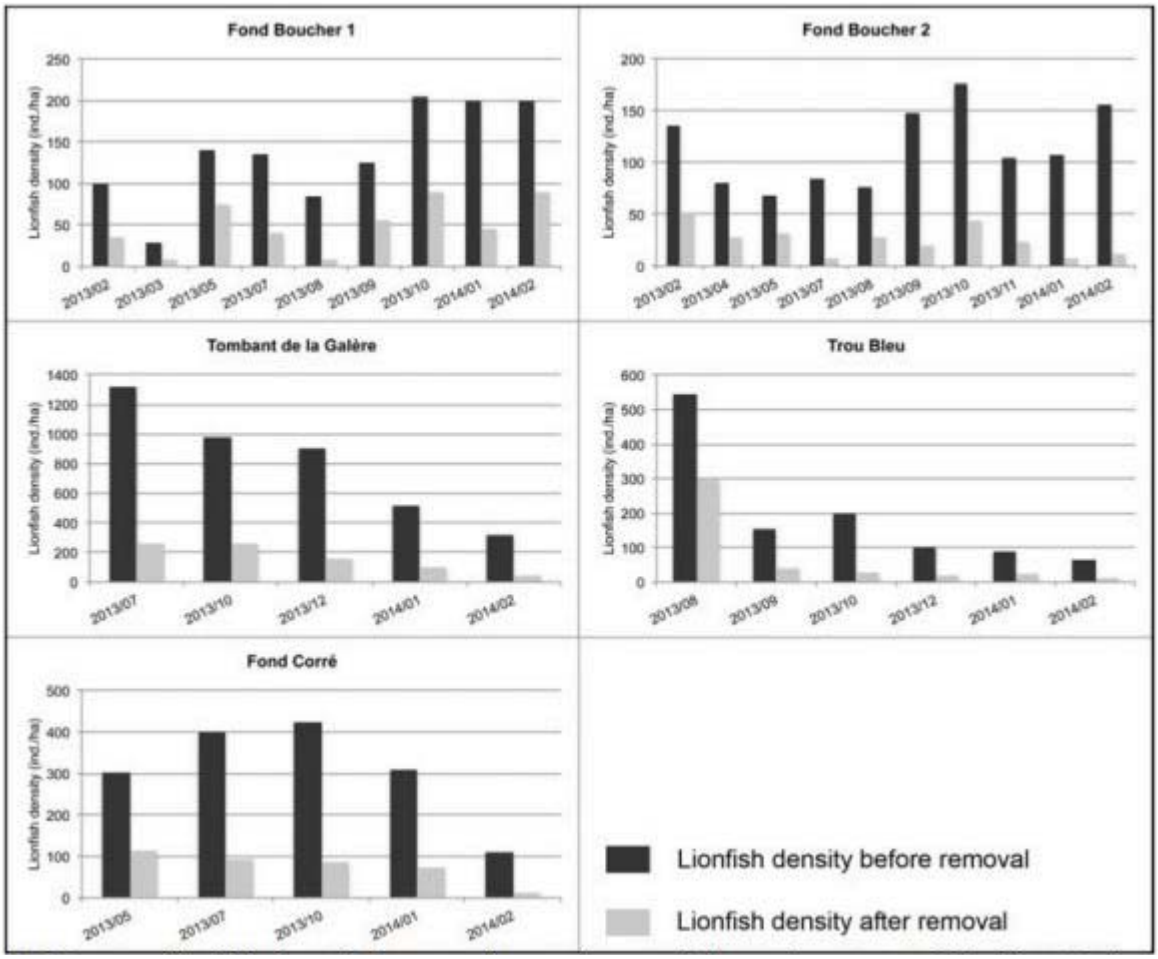


Figure 39. Densités de poissons-lions avant et après les prélèvements ciblés sur plusieurs sites de la côte ouest de la Martinique. Fond Boucher 1 et 2 sont des récifs qui présentaient des densités de rascasses relativement stables malgré les prélèvements importants chaque mois. Les autres récifs montrent des densités diminuées.

Néanmoins, la régularité des chasses ciblées a induit des modifications dans le comportement des poissons-lions, désormais plus craintifs à l'approche des plongeurs. Ils auraient d'ailleurs tendance à se cacher davantage dans la journée par rapport à leurs homologues non concernés par les chasses ciblées.

1.4. Programmes incitatifs

Les programmes dits "incitatifs" ont été conçus pour motiver davantage les pêcheurs récréatifs et/ou commerciaux, qui s'engagent en retour à effectuer des prélèvements réguliers de *Pterois* et à les signaler.

Des lots permettent de récompenser leur investissement selon le nombre de spécimens capturés (via l'envoi d'une photographie ou la présentation des queues de poissons à des points de contrôle). Ces lots peuvent être des tee-shirts, des bouteilles de plongée, des badges autorisant la pêche de certaines espèces réglementées (par exemple le mérou rouge) au-dessus de la limite autorisée, la possibilité de renommer un récif artificiel, etc… (125).

En 2017, 122 participants ont récolté 26 454 poissons-lions à l'occasion du "Lionfish challenge" organisé par l'état de Floride (125).

Par ailleurs, la chasse sous-marine est souvent régie par des lois strictes, dans le but de limiter la pression exercée par la pêche sur les différentes espèces menacées. Par exemple aux Bermudes, une licence de plongée est requise pour la pratique de la chasse sous-marine et l'utilisation d'un scaphandre autonome ou tout autre appareil respiratoire est prohibée. Les arbalètes et les harpons sont également interdits.
Cependant, dans le cas particulier du poisson-lion, pour lequel les mesures d'élimination sont vivement encouragées, ces restrictions ne sont plus appliquées dans les Bermudes depuis 2016 (129).

Si les programmes incitatifs présentent le mérite de récompenser les efforts des pêcheurs volontaires, ils imposent toutefois une grande vigilance. En effet, ces levées

d'interdictions dans le cadre de la chasse aux poissons-lions pourraient être à l'origine d'une utilisation détournée ou d'abus. De plus, certains lots comprennent un permis de pêcher des espèces protégées en quantité supérieure à la limite usuelle, ce qui pourrait sembler contradictoire avec la cause environnementale. Enfin, ces programmes représentent un certain coût et des sources de financement doivent être trouvées pour permettre leur mise en oeuvre.

1.5. Biocontrôle

Le biocontrôle se définit par "l'utilisation d'organismes vivants pour supprimer la densité de population ou l'impact d'un organisme nuisible spécifique, le rendant moins abondant ou moins dommageable qu'il ne le serait autrement" (129).

Différentes pistes ont été suggérées pour le biocontrôle du poisson-lion : la prédation par les cornets ou poissons-flûte (*Fistularia commersonii),* les mérous (*Epinephelus striatus* et *Mycteroperca tigris*) ou encore les requins (130).

Toutefois, il convient de distinguer les véritables prédateurs naturels des prédateurs opportunistes, qui ne se nourrissent que de proies blessées.

1.5.1. Par les prédateurs naturels

Si *Fistularia commersonii* est un prédateur naturel confirmé de *P. miles* (très probablement les juvéniles) dans la région Indo-Pacifique, il n'est malheureusement pas présent dans les Caraïbes et ne peut donc être exploité en tant qu'agent de biocontrôle là-bas.

En revanche, à l'instar du poisson-lion, *Fistularia commersonii* est une espèce lessepsienne arrivée en 2000 en Méditerranée. Cette espèce y est encore peu représentée (même au niveau du bassin oriental où elle est pourtant plus abondante), mais elle pourrait constituer une des solutions envisageables pour réguler les densités de poissons-lions en Méditerranée (131). Il faudra cependant mener un suivi rigoureux

du développement de cette espèce afin de veiller à ce que celle-ci ne déséquilibre pas elle-même la faune.

Par ailleurs, les *Pterois* ont été retrouvés dans les estomacs de deux espèces de mérous, *Epinephelus striatus* et *Mycteroperca tigris.* Les mérous sont présents à la fois en mer Méditerranée et dans l'océan Atlantique. Mais en tant qu'espèces d'intérêt commercial, leur densité est fortement impactée par la pression de la pêche. Une étude de 2011 a analysé la corrélation entre les populations de mérous et celles de poissons-lions dans le parc d'Exuma Cays, où la pêche des mérous a été interdite durant les 20 années précédant l'étude (132).

Selon *Mumby et al*, la biomasse du poisson-lion était significativement négativement corrélée avec la biomasse du mérou, probablement par un mécanisme de prédation (et non par compétition) (*figure 40)*.

Cependant, il s'agit d'une expérience réalisée dans une Aire Marine Protégée et cela semble difficilement transposable à plus grande échelle, du moins si les pratiques de pêche ne sont pas amenées à évoluer.

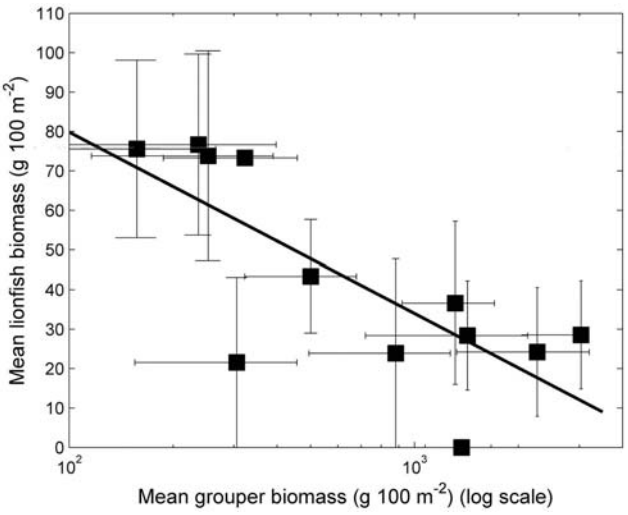


Figure 40. Evolution de la biomasse moyenne de poissons-lions en fonction de celle des mérous (133).

En 2014, un réexamen de la relation entre le poisson-lion et les mérous dans les Caraïbes a été effectué sur une zone plus étendue et cela a permis de conclure que la corrélation entre ces deux espèces n'était pas significativement négative et que l'abondance des poissons-lions était plus influencée par d'autres variables (telles que le

type d'habitat, l'activité humaine ou l'exposition au vent) que par la présence des mérous en elle-même (134).

De plus, comme déjà évoqué, une autre étude a mis en évidence le fait que les mérous en captivité ne se nourrissaient pas de *Pterois*, même affamés.

Ainsi, les études sont pour l'heure controversées et aucune donnée ne permet actuellement d'affirmer que le mérou serait en capacité d'exercer un impact significatif sur les densités de poissons-lions.

1.5.2. Par l'éducation de nouveaux prédateurs

Les prédateurs naturels du poisson-lion étant rares et/ou soumis à une forte pression de pêche, l'hypothèse d'éduquer les grands prédateurs à chasser les poissons-lions est une perspective pouvant sembler séduisante à plusieurs égards.
En effet, cela permettrait d'introduire un nouvel équilibre durable, proche de l'état naturel, et qui, à terme, ne nécessiterait plus d'intervention humaine.

Dans les Caraïbes par exemple, il n'était pas rare pour les plongeurs de présenter leurs prises de *Pterois* à de grands prédateurs comme les barracudas, les anguilles, les murènes ou même les requins afin qu'ils apprennent à les considérer comme des proies. Mais cette méthode a entraîné des modifications dans le comportement des prédateurs, devenus à la fois moins craintifs des plongeurs et plus agressifs (*figure 41)*. Cette pratique mettant ainsi en danger les plongeurs, elle n'est dorénavant plus encouragée dans les Caraïbes (131).

Ainsi, face aux conséquences négatives engendrées par cette approche, il semble nécessaire de développer d'autres méthodes de contrôle.

Figure 41. Effets négatifs sur le comportement des prédateurs (135)

1.6. Techniques de piégeage

1.6.1. Les casiers à homard

Dans les Caraïbes, notamment aux Bermudes, la pêche aux homards est très répandue. Là-bas, un fait étonnant est observé depuis 2003 : des poissons-lions sont régulièrement retrouvés piégés dans les casiers à homard, surtout dans les profondeurs comprises entre - 40 et - 80 mètres. Cela s'explique par le fait que les *Pterois* se nourrissent des mêmes proies que les homards et sont ainsi sensibles aux appâts des casiers (108).

Forts de cette constatation, la réglementation sur les prises accessoires (c'est-à-dire toutes les espèces capturées differenres de celle ciblée) a été modifiée ; alors que la vente des prises accessoires était jusqu'ici interdite, elle a été autorisée pour le poisson-lion.

Ce moyen de lutte possède un avantage particulier : il est le premier à présenter la caractéristique d'atteindre les profondeurs élevées, où les autres stratégies montrent leur limite.

Cependant, la seule capture du poisson-lion en tant que prise accessoire des pièges à homard ne saurait suffire à pallier la problématique des fortes profondeurs, d'autant que les *Pterois* ont de plus en plus tendance à s'y réfugier (136). C'est pourquoi le développement de pièges spécifiquement conçus pour les *Pterois* semblait être de mise.

1.6.2. Les pièges spécifiques

Plusieurs pistes ont été étudiées pour permettre la capture de poissons-lions la plus ciblée possible, notamment dans le choix des appâts ou encore en faisant varier la taille des ouvertures. Les principales contraintes étant de concevoir des pièges simples à la fois à fabriquer, mais aussi à retrouver et à récupérer, et de minimiser les prises accessoires pour préserver au mieux les espèces indigènes.

La NOAA a récemment présenté un concept innovant, appelé Dispositif d'Agrégation des Poissons (Fish Aggregations Devices ou FAD) avec des systèmes de pièges qui n'utilisent pas d'appâts. Il s'agit en fait d'une structure verticale dure, localisée en profondeur, qui reproduit un milieu n'étant attrayant que (ou du moins quasiment) pour les poissons-lions. Ces derniers sont piégés par l'intermédiaire d'un filet qui se déploie vers le haut. Deux dispositifs ont été imaginés : le premier en forme de dôme (*figure 42*) et un autre en forme de sac à main (*figure 43*), plus facile à descendre et à remonter à la surface. Ils sont tous deux simples à concevoir chez soi et le procédé de fabrication est détaillé dans une brochure disponible en ligne. Les auteurs invitent les utilisateurs de ce type de piège à partager leur expérience et à apporter des modifications dans les méthodes et les matériaux afin d'améliorer les pièges (137).

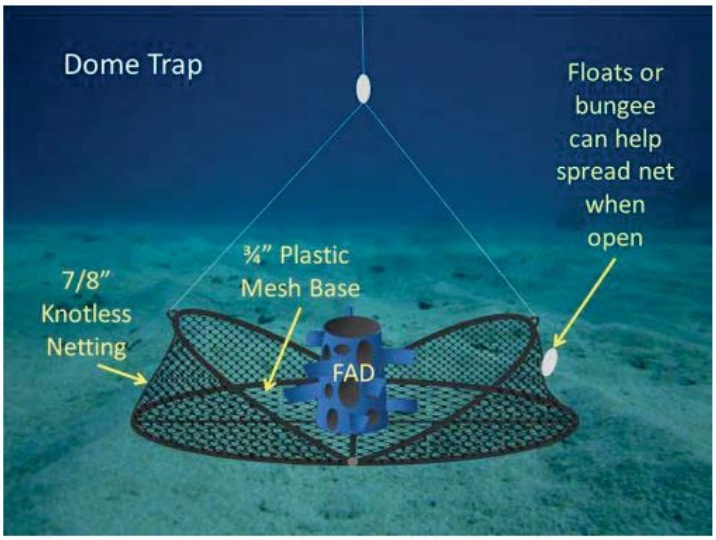


Figure 42. Schéma du piège en dôme

Figure 43. Réalisation d'un piège en "sac à main"

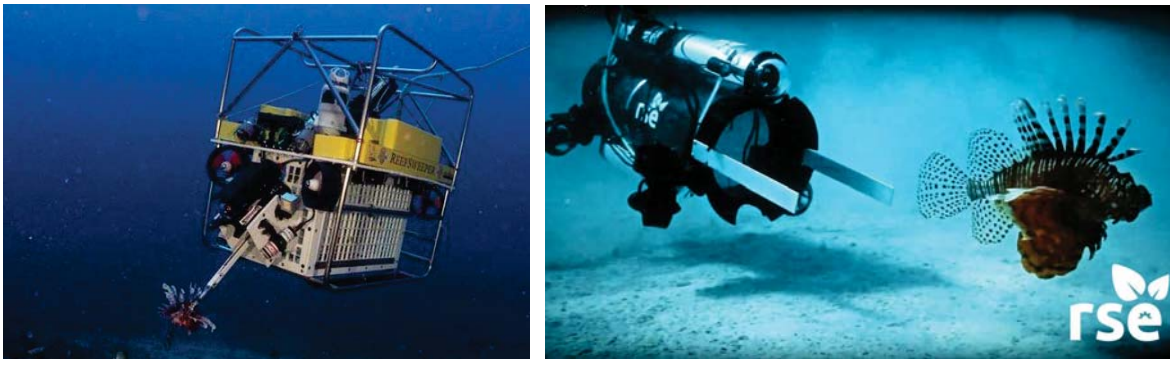
Les pièges à poissons-lions présentent donc de multiples intérêts puisqu'ils sont capables de capturer des spécimens vivants, à de fortes profondeurs, tout en épargnant et en préservant les espèces indigènes, le tout à coût réduit. De plus, ces systèmes développés par la NOAA prennent peu de place dans les bateaux puisqu'ils peuvent être transportés pliés.

L'inconvénient est qu'il s'agit d'un système assez passif, ce qui justifie l'invention de robots capables d'éliminer sélectivement les *Pterois*.

1.7. Les robots

Les robots sont récemment devenus une perspective importante dans le combat contre le poisson-lion dans l'océan Atlantique. Des prototypes ont déjà répondu avec succès à des tests en conditions réelles.

Les ingénieurs ont développé deux types de robots à commande humaine : l'un capturant les poissons au moyen d'une lance télescopique (*figure 44)*, et le second par l'intermédiaire d'électrodes qui envoient des décharges électriques (*figure 45*). Les spécimens sont ensuite collectés dans un réservoir.



Figures 44 et 45. Photographies de robots à lance télescopique (gauche) et à électrodes (droite) (138)

Ces technologies permettent d'accéder aux profondeurs que les plongeurs ne peuvent atteindre, notamment celles dites "d'action critique" à partir de 200 pieds (environ 60 m), où les poissons-lions se nourrissent et se reproduisent. Les scientifiques, par l'intermédiaire de la pression exercée grâce aux robots, espèrent les repousser vers des profondeurs plus basses, où le manque de lumière et les faibles températures pourraient porter préjudice à leur reproduction.

Les robots possèdent une autonomie d'environ une heure et peuvent atteindre 400 pieds (environ 120 m) de profondeur selon les modèles. Les spécimens capturés sont maintenus vivants ce qui facilite leur revente pour la consommation. Certains robots pourraient rapporter jusqu'à 150 poissons par voyage.

Cependant, pour répondre efficacement aux attentes de la lutte contre les *Pterois*, les robots doivent être utilisés en nombre. Selon Adam Cantor, il faudrait une quantité de l'ordre de plusieurs milliers de robots pour espérer un réel impact sur la côte Atlantique. Or ces appareils ont un coût pouvant être prohibitifs pour certains états.

Les développeurs comptent sur la demande croissante de la chair de poisson-lion pour inciter les pêcheurs à se procurer des robots, mais aussi sur la participation des particuliers désireux d'apporter leur pierre à l'édifice dans la lutte contre le poisson-lion.

Par ailleurs, les robots doivent être maniés avec précaution car ils pourraient potentiellement dégrader les structures récifales ou représenter un danger pour les autres espèces marines et les plongeurs s'ils sont mal utilisés.

De plus, bien que les *Pterois* ne se sentent aujourd'hui pas menacés à l'approche des robots, il n'est pas exclu qu'ils développent une crainte envers ces engins et qu'à l'avenir ils cherchent à les éviter, comme cela a pu être observé avec les plongeurs.

2. LES POTENTIELS DU POISSON-LION

2.1. Intégration à la gastronomie

Le poisson-lion est une rascasse dont la chair est savoureuse et dont la consommation ne représente aucun risque (en-dehors des régions concernées par la ciguatera). De plus, d'un point de vue nutritionnel, le tissu musculaire du poisson-lion contient des niveaux élevés de protéines, d'acides gras insaturés, de minéraux et d'oligo-éléments.

En 2014, une étude a été conduite au Belize dans 3 communautés de pêche majeures (Sarteneja : n=122, Chunox : n = 50 et Copper bank := 50). Il en ressort que la majorité des personnes interrogées qui ont déjà mangé du poisson-lion en ont apprécié le goût. Plus de la moitié des personnes interrogées à Sarteneja et plus de 30% des personnes interrogées à Chunox et Copper bank ont déclaré être prêtes à manger du poisson-lion chez eux ou en commander au restaurant *(figure 46)* (139).

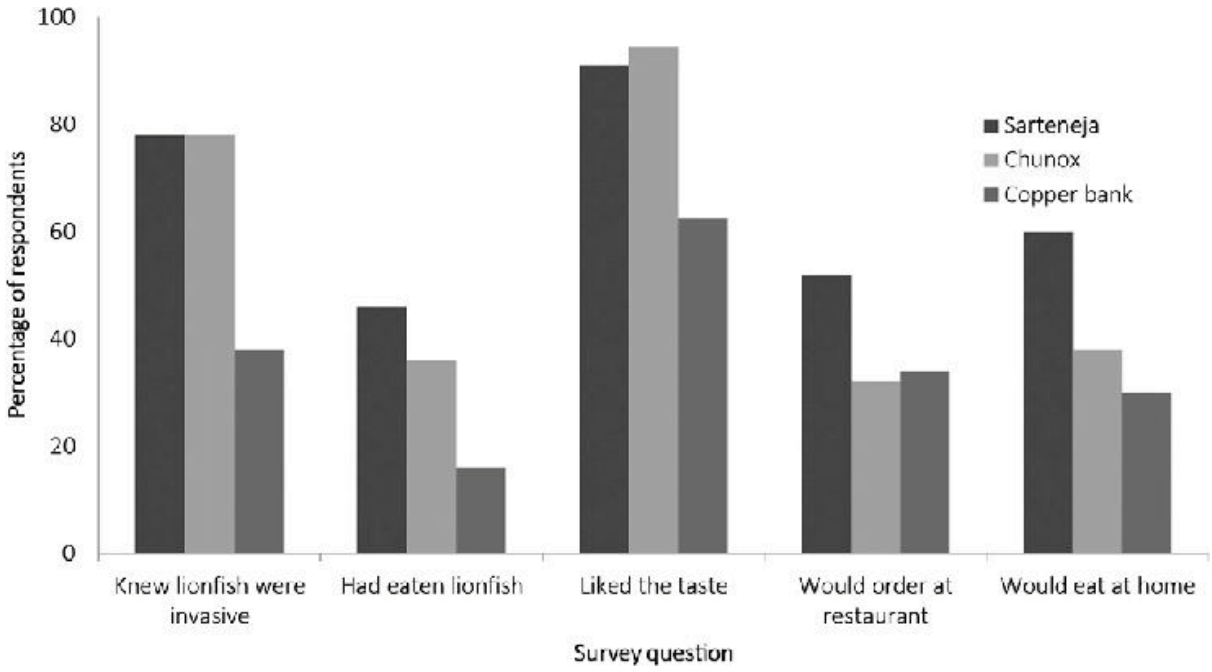


Figure 46. Enquête sur la consommation de poisson-lion dans 3 communautés de pêche au Belize (2014)

Cependant, selon une étude réalisée aux Bermudes, seuls 35% des chefs savent cuisiner du poisson-lion ; mais parmi ceux qui ne savent pas, 76,92% aimeraient apprendre (129).

Un certain nombre de livres de recettes sont parus et des concours de cuisine faisant intervenir des chefs de renom ont été organisés dans le but d'inciter le public et les chefs à préparer du poisson-lion. Ces initiatives ont été une réussite dans la mesure où la demande du poisson ne cesse de croître. Les *Pterois* figurent désormais sur la carte de plusieurs restaurants et sont vendus dans certaines épiceries. La REEF met d'ailleurs régulièrement à jour la liste des restaurants qui servent du poisson-lion.

Cependant l'offre n'est pas assez régulière pour couvrir la demande et cela représente un grand frein à l'heure actuelle. En effet, parmi les chefs interrogés aux Bermudes, aucun ne sert de poisson-lion de manière permanente ou régulière dans leur restaurant ; 75% n'en servent jamais et 25% n'en servent que parfois. La majorité d'entre eux affirment ne pas en servir du fait du faible approvisionnement *(figure 47)* (129).

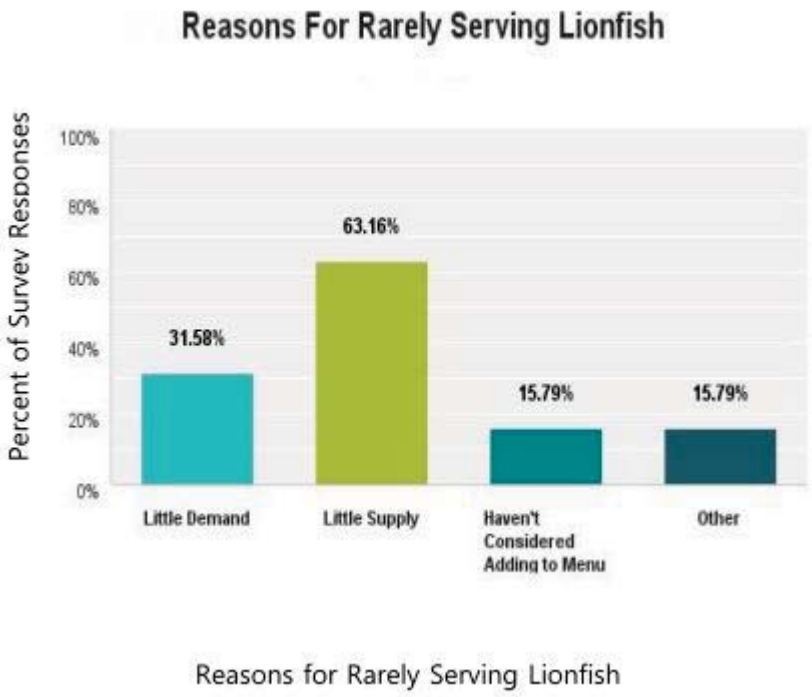


Figure 47. Causes freinant le service de poisson-lion dans les restaurants aux Bermudes (2014)

2.3. Bioprospection

2.3.1. Etudes sur le Virus de l'Immunodéficience Humaine (VIH)

2.3.1.1. Généralités sur le VIH

Le VIH est le virus responsable du Syndrome d'ImmunoDéficience Acquise (SIDA), qui est le dernier stade de la maladie en absence de traitement. Ce virus se transmet par voie sexuelle, sanguine ou de la femme enceinte à son enfant. Il représente un problème de santé publique majeur : en 2018 selon l'ONUSIDA, 37,9 millions de personnes vivaient avec le VIH dans le monde et 770 mille personnes sont décédées d'une maladie opportuniste liée au SIDA.

La clinique évolue en 3 phases :

- la **primo-infection** : symptomatique dans 40 à 90% des cas, elle est liée à une réplication virale intense. Cette phase dure 4 à 6 semaines et induit des signes cliniques non spécifiques (fièvre, fatigue, rash, céphalées, etc…), parfois biologiques (leucopénie, thrombopénie…).
- la **phase chronique ou de latence** : classiquement asymptomatique, elle peut durer jusqu'à 12 ans.
- la **phase SIDA** : ultime phase de la pathologie, caractérisée par une immunodépression sévère responsable d'infections opportunistes, de certains cancers et d'atteintes du système nerveux.

Le VIH cible des cellules du système immunitaire humain, les lymphocytes T CD4, et rend l'organisme vulnérable aux infections et à certains cancers. Ce virus se décline en deux sous-types : le VIH-1 (le plus fréquent en France) et le VIH-2.
Le mode de réplication de ce virus est basé sur la rétrotranscription, c'est-à-dire la transcription de 2 brins d'ARN en ADN, ce qui fait du VIH un rétrovirus.
La structure du VIH peut être présentée de manière simplifiée comme ceci (de la partie la plus externe à la plus interne) :

- une membrane avec, à sa surface, les glycoprotéines d'enveloppe gp120 et gp41.
- une matrice composée des protéines p17.
- une capside composé des protéines p24 et avec à l'intérieur le matériel enzymatique permettant au virus de se multiplier : une reverse transcriptase, une intégrase et une protéase.

2.3.1.2. Les sPLA2 du venin de Pterois volitans

Les PhosphoLipases A2 sécrétées (sPLA2) sont des enzymes présentes chez tous les mammifères et dans certains venins d'animaux comme *Pterois volitans*, mais aussi certains serpents et les abeilles (140). Des études faites sur la sPLA2 ont permis de mettre évidence une activité antivirale sur le VIH, par inhibition de l'entrée du virus dans les cellules lymphocytaires hôtes. Pour certains venins, l'IC 50 (la concentration de sPLA2 causant 50% d'inhibition de l'activité virale) est inférieure au nanomolaire.

Le mécanisme d'action précis des sPLA2 est toujours à l'étude mais il apparaît que leur action n'est ni cytotoxique ni virucide : les sPLA2 interagissent avec les cellules hôtes via une liaison aux récepteurs aux PLA2 de type N (141). Leur action inhibitrice se produit par blocage de la libération intracellulaire des protéines p24 de la capside virale, ce qui empêche l'entrée du VIH dans la cellule.

Les sPLA2 présentes dans le venin du poisson-lion ont inhibé significativement une culture cellulaire de rétrovirus simien. Ces enzymes pourraient être extraites du venin de *Pterois volitans* en concentration importante et à un coût relativement faible mais des études *in vivo* doivent encore être réalisées (142).

2.3.2. Etudes sur les cellules cancéreuses

Des travaux sur le venin de poisson-lion (*P. volitans*) en 2006 ont mis en évidence des effets antitumoraux, hépatoprotecteurs et anti métastatiques chez la souris. (2) Plus récemment, en 2019, des étudiants indonésiens auraient démontré que des peptides du

venin auraient une activité antiproliférative contre les cellules cancéreuses du col utérin, par un mécanisme d'induction apoptotique (143).

2.4. Création de bijoux

Depuis quelques années est apparue une utilisation plus atypique du poisson-lion. Son allure majestueuse et colorée a inspiré nombres d'artistes, dont des créateurs de bijoux qui ont commencé à utiliser les nageoires des *Pterois* pour produire des bagues, des colliers, des bracelets ou encore des boucles d'oreille. Des bijouteries entièrement dédiées ont ouvert (notamment au Belize) et des sites internet proposent la vente de ce type d'articles en ligne.

Des ateliers de création de bijoux ont aussi pu voir le jour grâce à la REEF. Ouverts au public, ils mettent à disposition des nageoires (préalablement traitées) et le matériel nécessaire à la réalisation des plus belles parures, le tout sous la supervision d'un instructeur (144).

La création de bijoux contribue au combat contre le poisson-lion envahissant en Atlantique, en proposant un moyen alternatif de participation aux volontaires qui ne pêchent pas. Ils attirent également l'oeil des touristes, qui peuvent se procurer ces bijoux en souvenirs. Les locaux tirent également profit des bijoux car ces derniers peuvent être intéressants économiquement et ouvrent à la discussion ce qui donne la possibilité de sensibiliser de nouvelles personnes au problème du poisson-lion (et plus largement aux espèces envahissantes).

CONCLUSION

Le cas du poisson-lion illustre parfaitement certaines des problématiques causées par les Espèces Exotiques Envahissantes. De par ses capacités d'adaptation et de reproduction remarquables, il a pu dans un premier temps établir des populations viables en-dehors de son aire de répartition. Il a par la suite colonisé une surface immense, mettant en péril les espèces indigènes et ce, sans l'ombre d'un prédateur capable de limiter son invasion.

Les effets que ce poisson a entraîné sur l'environnement, l'économie et à moindre échelle sur la santé publique en Atlantique sont difficilement rattrapables, c'est pourquoi il est primordial de prévenir ces conséquences en Méditerranée.

Pour l'heure, il semble que la seule limite naturelle à l'extension de la zone envahie soit la température, tandis que les changements climatiques ne cessent de faire croître la température de la mer. L'intervention de l'Homme s'impose alors comme la seule solution viable pour réduire l'abondance du poisson-lion, même si malheureusement l'éradication totale de cette espèce dans les zones envahies n'est plus un objectif atteignable.

Néanmoins, grâce à l'implication des différents gouvernements et des organismes luttant pour la conservation des récifs ainsi qu'à un nombre extraordinaire de volontaires, la croissance des densités de *Pterois* a perdu de sa vitesse.
La sensibilisation, l'information et l'éducation du public sont les meilleurs alliés de la lutte contre les *Pterois* puisqu'ils permettent de diffuser des messages de santé publique sur ce poisson venimeux et encouragent sa consommation, celle-ci étant à la base de potentiels retours économiques pour les pêcheurs.
La nécessité de la coordination entre les différents acteurs est plus-que-jamais certaine, tout comme la mise en oeuvre de dispositifs de détection et de réponse précoces à l'arrivée du poisson-lion envahissant dans de nouveaux territoires.

Cependant, il est clair que le meilleur moyen de lutter contre la prolifération des EEE est de prévenir leur introduction. Les origines de la prolifération du poisson-lion en dehors de son aire naturelle mettent en lumière deux menaces à la préservation des écosystèmes, à savoir les rejets dans la nature d'espèces importées, et la migration lessepsienne. Ces deux points doivent faire l'objet d'engagements prioritaires dans l'intérêt de tous.

ANNEXES

Annexe 1. Fiche d'information des Antilles françaises (2010)

Université des Antilles et de la Guyane

DYNECAR Université des Antilles et de la Guyane

Présent pour l'avenir

Avez-vous vu ce poisson ?

WANTED !

Pterois volitans aussi appelé "poisson lion" ou "rascasse volante" est un poisson qui vit normalement dans les océans Indien et Pacifique. Il est carnivore, et sans prédateur connu dans notre région. Sa prolifération dans la région caraïbe est susceptible de menacer l'équilibre écologique de nos récifs coralliens.

L'Université des Antilles et de la Guyane et la DIREN de Guadeloupe recherchent toute information concernant l'apparition de ce poisson dans les Antilles françaises, dans le but d'aider à gérer au mieux son arrivée-probable. En cas d'observation ou de capture, contacter les personnes dont l'adresse est donnée ci-dessous. Toutes informations (telles que localisation, photos, comportement) seront les bienvenues.

Coordonnées UAG Tel : (0590) 48 30 02 ou 48 30 05
Courriel : yolande.bouchon@univ-ag.fr / claude.bouchon@univ-ag.fr
Coordonnées DIREN Tel : (0590) 41 04 56
Courriel : franck.mazeas @ developpement-durable.gouv.fr

Identification : Ce poisson fait partie de la famille des rascasses. Il possède un corps rayé verticalement de bandes blanches et rouges (ou marrons). Ses nageoires pectorales sont en forme d'éventails. Son front porte des antennes courtes. Sa taille maximale atteint près de 45 cm.
Habitat : le Pterois est un poisson typique des récifs coralliens, mais on peut également l'observer sur tous les fonds rocheux depuis la surface jusqu'à 150 m de profondeur. De mœurs nocturnes, il s'abrite dans la journée dans les cavités du récif.
Attention ! les épines de ce poisson sont très venimeuses. La piqûre est très douloureuse et peut conduire à un état de choc. Consulter un médecin ou, en cas de choc, les urgences.
Avis aux plongeurs : ce poisson est capable d'attaquer et de piquer s'il se sent menacé. Interrompre alors immédiatement la plongée en respectant la décompression.

Annexe 2. Communiqué de conférence de presse (Guadeloupe, 2010)

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTERE DE L'ECOLOGIE, DE L'ENERGIE,
DU DEVELOPPEMENT DURABLE ET DE LA MER
En charge des Technologies vertes et des Négociations sur le climat

Direction régionale de l'environnement
de Guadeloupe

Invitation Presse
8 Octobre 2010

« Le poisson Lion » , *Pterois volitans*

présent dans l'espace maritime de la Guadeloupe

Le *Pterois volitans* est arrivé dans les eaux marines guadeloupéennes. Ce poisson connu également sous le nom «*poisson Lion* » ou encore « *rascasse volante* », présente un danger si on le touche, car son venin est fort et potentiellement dangereux.

Dans l'objectif de prévenir les risques liés à l'invasion de cette espèce exotique menaçant l'équilibre écologique des récifs coralliens et notre biodiversité, il a été décidé de préciser le dispositif mis en œuvre pour contenir sa prolifération.

Vincent ROYER, Adjoint au directeur de la DIREN présidera une conférence de presse

Vendredi 8 octobre 2010 à 11 heures à l'Aquarium de la Guadeloupe

La Marina- 97190 GOSIER

L'enjeu est de préciser le dispositif d'information ciblé sur la population et en particulier les usagers de la mer (pêcheurs, plongeurs, professionnels), les professionnels du tourisme et de la santé …

Contacts Presse :

Franck MAZEAS – Chargé de mission Environnement marin
franck.mazeas@developpement-durable.gouv.fr - Tél. : 0590 41 04 56 - 0690 84 46 65

Nady VIAL-CABRERA – Chargée de mission Communication & Presse
nady.vial-cabrera@developpement-durable.gouv.fr - Tél. : 0590 41 04 58 - 0690 49 81 42

Ressources, territoires et habitats
Développement durable
Énergie et climat
Infrastructures, transports et mer
Prévention des risques

Présent pour l'avenir

www.developpement-durable.gouv.fr

Horaires d'ouverture : 8h30-12h00 / 14h00-16h30
Tél. : 0590 99 35 60 – fax : 0590 99 35 65
Cité Guillard – Chemin des Bougainvilliers
97100 BASSE-TERRE

Annexe 3. Flyer d'information destiné au public en Martinique (DEAL Martinique)

Plan d'actions

La **DEAL** Martinique a élaboré de façon concertée une stratégie de lutte contre l'invasion du poisson-lion. Elle a chargé l'**Observatoire du Milieu Marin Martiniquais** (OMMM) d'assurer la mise en œuvre opérationnelle de la première phase du plan d'actions qui consiste à :

•**Recueillir et centraliser** les données d'observations et de captures.

•**Sensibiliser et développer des partenariats** pour optimiser l'effort de capture (distribution des kits de marquages et de captures…)

• **Récolter et étudier les individus** :

• **en plongée** : prospection, suivi et capture dans les zones sensibles et non fréquentées.

• **en laboratoire** : identification du sexe, étude génétique, analyse du régime alimentaire, contamination des chairs.

Comment nous aider?

Signalez toute observation ou capture de ce poisson à :
L'Observatoire du Milieu Marin Martiniquais
0596 71 96 42 / ommm@wanadoo.fr

Plongeurs : balisez la zone d'observation à l'aide des kits de signalisation distribués dans les clubs et magasins de plongée.
Chasseurs : n'hésitez-pas à flécher les individus observés.
Pêcheurs : ne le relâchez pas en mer.

Soyez prudents, les épines du poisson-lion sont venimeuses et peuvent provoquer de fortes douleurs pouvant être suivies de complications. Si vous êtes piqués, approchez une source de chaleur de la plaie et consultez un médecin au plus vite.

Observatoire du Milieu Marin Martiniquais
3 Avenue Condorcet – 97200 Fort de France
ommm@wanadoo.fr / 0596 71 96 42

Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
Pointe de Jaham – BP 7212 - 97274 Schœlcher Cedex
Fabien.vedie@developpement-durable.gouv.fr / 0596 71 77 90

© OMMM Janvier 2012 Réalisation : M Fumaroli / JP Maréchal – Photos : ©OMMM/Fumaroli, Trégarot ©DEAL/Vedie

LE POISSON-LION

UNE MENACE POUR NOS RÉCIFS …

Contexte :
Le poisson-lion (*Pterois volitans/miles*) est une espèce invasive originaire de la région Indo-Pacifique. Introduite en Floride par accident au début des années 90, sa prolifération rapide dans la région Caraïbe au cours des 20 dernières années menace désormais les écosystèmes marins côtiers de la Martinique.

Identification :
Le poisson-lion appartient à la famille des rascasses. Il peut atteindre 49 cm dans la région Caraïbe (contre 35 cm dans sa région d'origine). Les nageoires dorsales, anales et pelviennes sont dotées d'épines venimeuses. Son corps est rayé verticalement avec des bandes marrons / rouges et blanches plus ou moins sombres. Des excroissances sont présentes autour de la bouche et sur le front. Les nageoires pectorales en forme d'éventail peuvent atteindre le double de la taille de son corps.

Reproduction :
Une femelle peut pondre jusqu'à 30 000 œufs tous les 4 jours et toute l'année. Le développement larvaire se fait en surface pendant 25 à 40 jours. Au cours de cette période, les larves sont dispersées par les courants avant de rejoindre le fond et passer au stade juvénile. La taille de maturité sexuelle pour les mâles est 9 cm contre 18 cm pour les femelles.

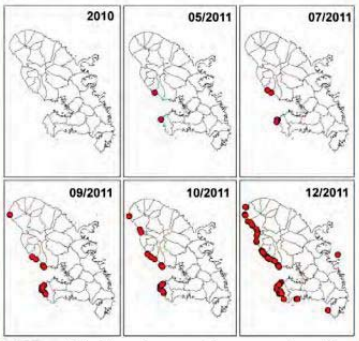
Habitat et comportement :
C'est une espèce peu craintive dont les individus vivent seul ou en groupe. Son territoire s'étend sur quelques dizaines de mètres. Il est présent de la surface jusqu'à 300 m de fond et dans tous types d'habitats (mangroves, herbiers, récifs, anfractuosités…).

Régime alimentaire :
Le poisson-lion est un carnivore vorace qui se nourrit essentiellement de poissons et occasionnellement de petits crustacés. Toutes les espèces constituent des proies potentielles.

Impacts :
Ses capacités d'adaptation et de reproduction, la quasi absence de prédateurs et son grand appétit rendent son invasion très efficace. Les populations de poissons-lion sont une menace pour les peuplements de poissons locaux, la santé des récifs coralliens (moins d'herbivores favorise la prolifération d'algues) et toutes les activités économiques associées.

L'invasion en Martinique

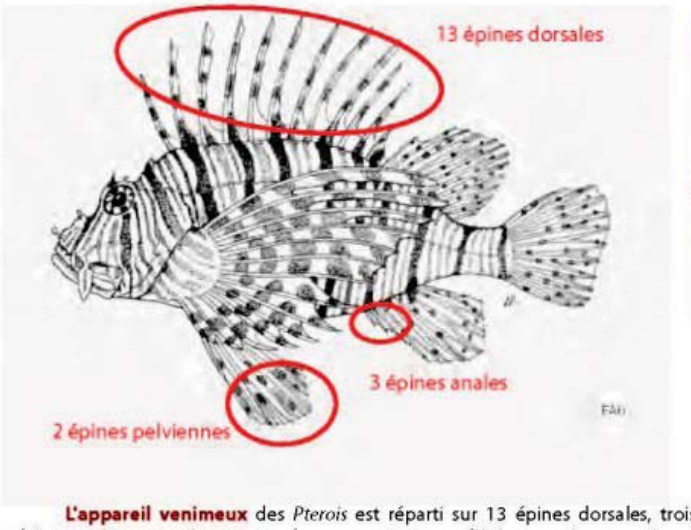
Le poisson-lion est présent dans tout le bassin Caribéen et les Petites Antilles.
Les populations atteignent environ **100 individus/ha** dans le Pacifique et l'Océan Indien, mais ces valeurs sont largement dépassées dans la région Caraïbe.
Les densités élevées de poissons-lion ont un impact sur les peuplements de poissons locaux. Une diminution rapide de 80 % de la quantité de poissons a été mesurée sur certains sites aux Bahamas.
En Martinique, la première observation date de février 2011. Début 2012, près de 70 sites étaient touchés et plus de 400 individus observés, dont 250 capturés (Taille max : 30 cm ; min : 3 cm).

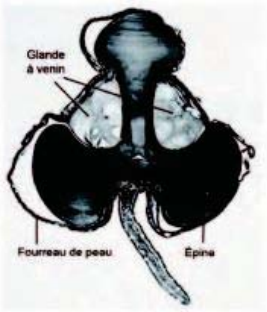


La prolifération de ce poisson sur les côtes de Martinique est inévitable. Néanmoins une stratégie de lutte efficace (captures en routine…) permettra de limiter les impacts sur les zones d'intérêt halieutique, patrimonial et touristique.

Annexe 4. Fiche médicale des Antilles françaises (2012)

FICHE MEDICALE





Coupe histologique transversale dans une épine dorsale de Pterois volitans (d'après Halstead, 1978).

L'appareil venimeux des *Pterois* est réparti sur 13 épines dorsales, trois épines anales et deux épines pelviennes. Les nageoires pectorales ne portent pas d'épines venimeuses. Les épines sont recouvertes par un fourreau de peau lâche. Les épines, de section triangulaire, sont parcourues par deux profonds sillons qui abritent le tissu glandulaire sécréteur du venin. Au moment de la piqûre, l'épine est plantée dans le corps de la victime, la peau du fourreau est repoussée en arrière et les cellules glandulaires contenues dans les sillons de l'épine sécrètent leur toxine directement dans la plaie.

L'envenimation par les animaux en liberté dans leur milieu se fait en général par piqûre par les épines dorsales. Les épines des nageoires pelviennes et anales interviennent plutôt dans les accidents liés à la manipulation d'animaux capturés, vivants ou morts.

Les symptômes généraux évoquent la morsure par un cobra. La piqûre par un *Pterois* se traduit par une douleur immédiate, intense, qui a tendance à rayonner à partir de la blessure. La douleur peut persister plusieurs heures en fonction de la quantité de venin injecté. La peau au niveau du ou des points d'injection devient cyanosée et la région périphérique devient rouge et gonflée. Un ou des phlyctènes emplis de sérosités peuvent se former. Les tissus au niveau de la piqûre peuvent se nécroser, voire se gangrener si la blessure n'est pas traitée. Un état de choc, plus ou moins important selon la quantité de venin injectée, s'installe et se manifeste par divers symptômes : état de grande faiblesse, vertiges, nausées, évanouissement, hypothermie, pouls faible et rapide, chute de la pression artérielle et détresse respiratoire. Des troubles nerveux divers (convulsions, delirium et arrêt cardiaque) ont également été décrits. En règle générale, la guérison intervient en quelques jours. Toutefois, bien que peu fréquents, des décès résultant de piqûres de *Pterois* ont été décrits par divers auteurs.

Compte tenu du développement possible d'un état de choc dont la gravité est difficile à prévoir, un nageur piqué par un *Pterois* doit sortir au plus vite de l'eau. Un plongeur doit interrompre immédiatement sa plongée, prévenir ses compagnons de plongée de la nature de l'accident et entreprendre sa remontée sous leur surveillance attentive. La décision de ne pas respecter les paliers de décompression sera prise en cas d'apparition d'un état de choc grave susceptible d'entraîner la noyade de l'accidenté.

Il n'existe pas de sérum spécifique au venin des *Pterois*. Toutefois, celui-ci réagit bien au sérum développé pour le venin de Synancée (difficile à trouver dans la région Caraïbe…).

Le traitement a pour but de combattre les effets systémiques du venin, la douleur et de prévenir une surinfection secondaire de la plaie. Dès que possible, la blessure doit être baignée dans de l'eau aussi chaude que le blessé peut le supporter (45 °C) dans le but de détruire une partie du venin qui est thermolabile. Le traitement doit être poursuivi de 30 à 90 minutes.

La douleur et les signes systémiques liés à l'état de choc seront traités en fonction de leur nature en environnement médical : antalgiques per os, atropine sous-cutanée (lipothymie vagale), traitement éventuel d'un état de choc hypovolémique. Les phlyctènes, s'ils existent, renferment du venin et doivent être excisés.

Il existe des risques de surinfection et de nécrose de la plaie, tout particulièrement si une partie cassée d'épine est restée dans la blessure. La vérification peut se faire par radiographie. Dans le cas où une épine serait restée incluse dans la plaie, celle-ci doit être débridée et l'épine extraite. Appliquer une antibiothérapie de couverture et éventuellement une prophylaxie anti-tétanique.

Claude Bouchon & Yolande Bouchon-Navaro - Université des Antilles et de la Guyane

Annexe 5. Arrêté préfectoral de 2016 sur l'autorisation de capture du poisson-lion en Martinique

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

PREFET DE MARTINIQUE

Direction de la Mer de la Martinique

DECISION N° 10
portant autorisation de capture
du poisson-lion (Pterois volitans/Pterois miles) en scaphandre autonome

LE PREFET DE MARTINIQUE

VU le Code rural et de la pêche maritime et notamment ses articles L921-1 et suivants et ses articles R921-83 et suivants ;

VU l'Arrêté du 8 décembre 2015 du Préfet de la Région Martinique, accordant délégation de signature à l'Administrateur en Chef des Affaires Maritimes Michel PELTIER, Directeur de la Mer de Martinique ;

VU la demande d'autorisations de capture du poisson-lion en scaphandre autonome par la Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Littoral de Martinique le 13 janvier 2016 ;

CONSIDERANT les enjeux écologiques et socio-économiques de l'invasion du poisson-lion dans l'espace marin martiniquais ;

SUR proposition du Directeur de la Mer de la Martinique ;

DECIDE:

ARTICLE 1:

Les personnes citées en annexe sont autorisées à capturer les poissons-lions (Pterois Volitans/Pterois miles) en scaphandre autonome et à procéder à leur destruction selon les informations et recommandations délivrées par la DEAL et l'Observatoire du Milieu Marin Martiniquais (OMMM).

ARTICLE 2 :

Un kit de capture est mis à disposition des structures de plongée volontaires. Ce kit est exclusivement utilisé pour le prélèvement du poisson-lion et en aucune manière pour d'autres organismes marins.
L'engin de capture autorisé en plongée est une foëne avec propulsion élastique. L'utilisation d'arbalète de chasse sous-marine à propulsion élastique ou à gaz est interdite.
Les produits pêchés ne devront pas être commercialisés.

Ressources, territoires et habitats Énergie et climat Développement durable
Prévention des risques Infrastructures, transports et mer
Présent pour l'avenir
www.developpement-durable.gouv.fr

Horaires d'ouverture au public : 7h30-11h45 L'après-midi sur rendez-vous
dram-martinique@developpement-durable.gouv.fr
Tél. : 33 (0) 5 96 60 80 30 – fax : 33 (0) 5 96 60 79 80
Bd Chevalier Ste-Marthe – BP 620 97261 Fort de France Cedex

ARTICLE 3 :

Cette autorisation est valable jusqu'au 31 décembre 2016.
Chaque personne autorisée est tenue d'informer l'OMMM des volumes de captures réalisées. Son directeur, sous couvert de la DEAL, rendra compte au Directeur de la Mer des statistiques de pêche menées dans le cadre de ce programme de lutte.

ARTICLE 4 :

Les commandants des unités nautiques de l'Etat, les officiers et agents habilités en matière de police de la navigation maritime, sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'application de la présente décision qui sera publiée au Recueil des Actes administratifs de la Préfecture de la Martinique.

Fort-de-France, le 26 JAN. 2016

Pour le Préfet et par délégation :

Michel PELTIER
Directeur de la mer

Destinataires :
- DEAL
- OMMM

Copies :
- Préfecture – Service RAA
- COMGEND
- CRPMEM
- CROSSAG
- IFREMER
- ULAM
- SMPE

Présent
pour
l'avenir
www.developpement-durable.gouv.fr

Annexe 6. Poster de recrutement de plongeurs volontaires en Martinique

IFRECOR Martinique — DEAL Martinique

Lutte contre le POISSON-LION

Le poisson-lion est une espèce invasive, originaire de l'Indo-Pacifique et introduite accidentellement par l'Homme dans la Caraïbe. Carnivore redoutable, en compétition avec les espèces locales, il se nourrit d'une large diversité de poissons, de crevettes et de crabes. N'ayant aucun prédateur connu dans la zone, l'impact sur les peuplements de poissons des récifs est significatif.

PLONGEURS, VOTRE AIDE EST NÉCESSAIRE ...

Le marquage des sites d'observation par les plongeurs optimise les chances de captures du poisson-lion par les personnes habilitées.

L'objectif étant de limiter la progression et l'impact des populations par des campagnes de captures régulières sur les zones sensibles (sites de plongée, zones marines protégées...).

COMMENT NOUS AIDER ?

- **Récupérez un kit** (ruban rouge/blanc + bouchon) dans le club ou magasin de plongée le plus proche. Gardez-le toujours disponible dans votre gilet en cas d'observation.

- Si vous voyez un poisson-lion **attachez le kit sur le substrat** (roche ou colonie de corail mort) à proximité du poisson.
- **Vérifiez que le ruban flotte bien en évidence au dessus du récif** pour que l'équipe chargée de la capture puisse bien visualiser la zone de recherche.
- **N'essayez pas d'attraper le poisson** si vous n'avez pas suivi de formation ou vous n'avez pas le matériel adéquat. Des tentatives infructueuses rendent les captures ultérieures plus difficiles.
- A la fin de la plongée **informez au plus vite votre moniteur ou l'Observatoire du Milieu Marin martiniquais (OMMM) au 05 96 71 96 42 / ommm@wanadoo.fr** (site de plongée, taille de l'individu, profondeur et direction par rapport au mouillage).
- N'oubliez pas de **récupérer un nouveau kit** pour vos prochaines plongées

⚠ **Soyez prudents, la plupart des épines du poisson-lion sont venimeuses et peuvent provoquer de fortes douleurs. Si vous êtes piqués, interrompez la plongée, approchez une source de chaleur de la plaie et consultez un médecin au plus vite.**

Pour plus de renseignements contactez l'OMMM au 05 96 71 96 42
3 avenue Condorcet - 97200 Fort de France

Conception graphique : ©OMMM/Maréchal - Photos : ©OMMM/Pumaroli, Trégarot ©DEAL/Védie

Annexe 6 : Dépliant d'information destiné au public en Martinique (DEAL Martinique)

Plan d'actions

La **DEAL** Martinique a élaboré de façon concertée une stratégie de lutte contre l'invasion du poisson-lion. Elle a chargé l'**Observatoire du Milieu Marin Martiniquais** (OMMM) d'assurer la mise en œuvre opérationnelle de la première phase du plan d'actions qui consiste à :

•**Recueillir et centraliser** les données d'observations et de captures.

•**Sensibiliser et développer des partenariats** pour optimiser l'effort de capture (distribution des kits de marquages et de captures…)

• **Récolter et étudier les individus** :

• **en plongée** : prospection, suivi et capture dans les zones sensibles et non fréquentées.

• **en laboratoire** : identification du sexe, étude génétique, analyse du régime alimentaire, contamination des chairs.

Comment nous aider?

Signalez toute observation ou capture de ce poisson à :
L'Observatoire du Milieu Marin Martiniquais
0596 71 96 42 / ommm@wanadoo.fr

Plongeurs : balisez la zone d'observation à l'aide des kits de signalisation distribués dans les clubs et magasins de plongée.
Chasseurs : n'hésitez-pas à flécher les individus observés.
Pêcheurs : ne le relâchez pas en mer.

Soyez prudents, les épines du poisson-lion sont venimeuses et peuvent provoquer de fortes douleurs pouvant être suivies de complications. Si vous êtes piqués, approchez une source de chaleur de la plaie et consultez un médecin au plus vite.

Observatoire du Milieu Marin Martiniquais
3 Avenue Condorcet – 97200 Fort de France
ommm@wanadoo.fr / 0596 71 96 42

Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
Pointe de Jaham – BP 7212 - 97274 Schœlcher Cedex
Fabien.vedie@developpement-durable.gouv.fr / 0596 71 77 90

© OMMM Janvier 2012 Réalisation : M Fumaroli / JP Maréchal – Photos : ©OMMM/Fumaroli, Trégarot ©DEAL/Vedie

LE POISSON-LION

UNE MENACE POUR NOS RÉCIFS …

Contexte :
Le poisson-lion (*Pterois volitans/miles*) est une espèce invasive originaire de la région Indo-Pacifique. Introduite en Floride par accident au début des années 90, sa prolifération rapide dans la région Caraïbe au cours des 20 dernières années menace désormais les écosystèmes marins côtiers de la Martinique.

Identification :
Le poisson-lion appartient à la famille des rascasses. Il peut atteindre 49 cm dans la région Caraïbe (contre 35 cm dans sa région d'origine). Les nageoires dorsales, anales et pelviennes sont dotées d'épines venimeuses. Son corps est rayé verticalement avec des bandes marrons / rouges et blanches plus ou moins sombres. Des excroissances sont présentes autour de la bouche et sur le front. Les nageoires pectorales en forme d'éventail peuvent atteindre le double de la taille de son corps.

Reproduction :
Une femelle peut pondre jusqu'à 30 000 œufs tous les 4 jours et toute l'année. Le développement larvaire se fait en surface pendant 25 à 40 jours. Au cours de cette période, les larves sont dispersées par les courants avant de rejoindre le fond et passer au stade juvénile. La taille de maturité sexuelle pour les mâles est 9 cm contre 18 cm pour les femelles.

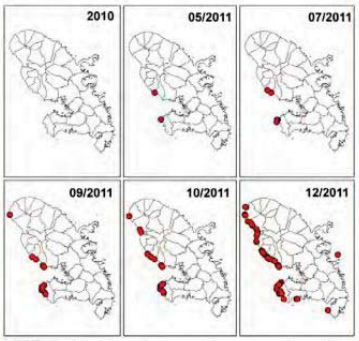
Habitat et comportement :
C'est une espèce peu craintive dont les individus vivent seul ou en groupe. Son territoire s'étend sur quelques dizaines de mètres. Il est présent de la surface jusqu'à 300 m de fond et dans tous types d'habitats (mangroves, herbiers, récifs, anfractuosités…).

Régime alimentaire :
Le poisson-lion est un carnivore vorace qui se nourrit essentiellement de poissons et occasionnellement de petits crustacés. Toutes les espèces constituent des proies potentielles.

Impacts :
Ses capacités d'adaptation et de reproduction, la quasi absence de prédateurs et son grand appétit rendent son invasion très efficace. Les populations de poissons-lion sont une menace pour les peuplements de poissons locaux, la santé des récifs coralliens (moins d'herbivores favorise la prolifération d'algues) et toutes les activités économiques associées.

L'invasion en Martinique

Le poisson-lion est présent dans tout le bassin Caribéen et les Petites Antilles.
Les populations atteignent environ **100 individus/ha** dans le Pacifique et l'Océan Indien, mais ces valeurs sont largement dépassées dans la région Caraïbe.
Les densités élevées de poissons-lion ont un impact sur les peuplements de poissons locaux. Une diminution rapide de 80 % de la quantité de poissons a été mesurée sur certains sites aux Bahamas.
En Martinique, la première observation date de février 2011. Début 2012, près de 70 sites étaient touchés et plus de 400 individus observés, dont 250 capturés (Taille max : 30 cm ; min : 3 cm).



La prolifération de ce poisson sur les côtes de Martinique est inévitable. Néanmoins une stratégie de lutte efficace (captures en routine…) permettra de limiter les impacts sur les zones d'intérêt halieutique, patrimonial et touristique.

BIBLIOGRAPHIE

1. **INVENTAIRE NATIONAL DU PATRIMOINE NATIONAL** [Internet]. 2019 [cité 2 juin 2020]. Disponible sur : https://inpn.mnhn.fr/programme/especes-exotiques-envahissantes

2. **JOURNAL OF FISH BIOLOGY** They are here to stay: the biology and ecology of lionfish (*Pterois miles*) in the Mediterranean Sea [Internet]. 2020 [cité 10 juin 2020]. Disponible sur : https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/jfb.14340

3. **AZZURRO E., STANCANELLI B., DI MARTINO V., BARICHE M.** Range expansion of the common lionfish *Pterois miles* (Bennett, 1828) in the Mediterranean Sea : an unwanted new guest for Italian waters. BioInvasions Rec. 1 mars 2017;6:95‑8.

4. **ALBINS MA, HIXON MA.** Worst case scenario: potential long-term effects of invasive predatory lionfish (*Pterois volitans*) on Atlantic and Caribbean coral-reef communities. Environ Biol Fishes. nov 2013;96(10‑11):1151‑7.

5. **ALBINS M.** Invasive Pacific lionfish *Pterois volitans* reduce abundance and species richness of native Bahamian coral-reef fishes. Mar Ecol Prog Ser. 2 mars 2015;522:231‑43.

6. **CRESWELL L.** L'invasion du poisson-lion: guide de controle et de gestion. Fort Pierce, FL: Gulf and Caribbean Fisheries Institue; 2013. (Gulf and caribbean fisheries institute special publication series).

7. **SCHULTZ E.** *Pterois volitans* and *Pterois miles*: Two Valid Species. Vol. 1986. 1986. 686 p.

8. **ARQUE A**. Evaluation de l'invasion du poisson-lion et stratégie de lutte sur la cote Caraïbe de la Martinique [Internet]. 2012 [cité 24 juin 2019]. Disponible sur: http://www.biodiversite-martinique.fr/sites/default/files/evaluation_de_linvasion_du_poisson_lion_et_strategie_de_lutte_sur_la_cote_caraibe_de_la_martinique_arque_a_2012.pdf

9. **GLOBAL INVASIVE SPECIES DATABASE** Species profile: *Pterois volitans*. 2020 [cité 02 septembre 2020] Disponible sur : http://www.iucngisd.org/gisd/speciesname/Pterois+volitans on 02-09-2020

10. **LE BRIS S., BODILIS P**., dans Données d'observation pour la reconnaissance et l'identification de la faune et la flore subaquatique [Internet]. 2010 [cité 4 juill 2019]. Disponible sur : http://doris.ffessm.fr/Especes/Pterois-volitans-miles-Rascasse-volante-du-Pacifique-de-l-ocean-Indien-835
11. **MORRIS, J.A., JR., AND P.E. WHITFIELD.** Biology, Ecology, Control and

Management of the Invasive Indo-Pacific Lionfish : An Updated Integrated Assessment. NOAA Technical Memorandum NOS NCCOS 99. 2009. 57 pp.

12. **MORRIS J., *ET AL*.** Biology and ecology of the invasive Lionfishes, *Pterois miles* and *Pterois volitans*. Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute GCFI. 2009:61.

13. **MORRIS J, AKINS J.** (2009) Feeding ecology of invasive lionfish (*Pterois volitans*) in the Bahamian archipelago. Environ Biol Fishes. 1 nov 2009;86:389‑98.

14. **HARREL S.** Lionfish Facts: Comprehensive Information About Invasive Lionfish [Internet]. Lionfish Hunting Lodge. [cité 12 juin 2020]. Disponible sur: https://lionfish.co/lionfish-facts/

15. **PAUL C**. *Pterois volitans* (Poisson-Scorpion) - L'Aquaramiaud [Internet]. 2017 [cité 4 juill 2019]. Disponible sur: https://www.aquaramiaud.com/pterois-volitans-poisson-scorpion/

16. **WEIS JS, SOL D**. Biological Invasions and Animal Behaviour. Cambridge University Press; 2016. 367 p.

17. **PIMIENTO C, MONACO E, BARBOUR AB, SILLIMAN BR**. Predation on speard red lionfish, *Pterois volitans*, by spotted moray, Gymnothorax moringa. 2013 :6.

18. **ANDRADI-BROWN DA, GREY R, HENDRIX A, HITCHNER D, HUNT CL, GRESS E, ET AL**. Depth-dependent effects of culling—do mesophotic lionfish populations undermine current management ? R Soc Open Sci. 2017;4(5):170027.

19. **UNKNOWN** [Internet]. [cité 5 août 2019]. Disponible sur: https://faunemarineetdangers.pagesperso-orange.fr/pdf/3a-Poissons%20venimeux.pdf

20. **NAIR MS, CHEUNG P, LEONG I, RUGGIERI GD**. A non-proteinaceous toxin from the venomous spines of the lionfish *Pterois volitans* (Linnaeus). *Toxicon*. 1985;23(3):525-527. doi:10.1016/0041-0101(85)90037-6

21. **SABATIER P.** Prévention, prise en charge et traitement des blessures, piqûres et envenimations de la faune marine de Guadeloupe [Internet]. 2010 [cité 31 juill 2019]. Disponible sur: http://thesesante.ups-tlse.fr/2199/1/2018TOU32010.pdf

22. **ZIEGMAN R, ALEWOOD P.** Bioactive Components in Fish Venoms. Toxins. 30 avr 2015;7(5):1497‑531.

23. **CHURCH JE, HODGSON WC.** Adrenergic and cholinergic activity contributes to the cardiovascular effects of lionfish (*Pterois volitans*) venom. Toxicon Off J Int Soc Toxinology. juin 2002;40(6):787‑96.
24. **COHEN AS, OLEK AJ.** An extract of lionfish (*Pterois volitans*) spine tissue contains acetylcholine and a toxin that affects neuromuscular transmission. Toxicon. 1 janv

1989;27(12):1367‑76.

25. **CHURCH JE, MOLDRICH RX, BEART PM, HODGSON WC.** Modulation of intracellular Ca2+ levels by Scorpaenidae venoms. Toxicon. 1 mai 2003;41(6):679‑89.

26. **KIRIAKE A, MADOKORO M, SHIOMI K.** Enzymatic properties and primary structures of hyaluronidases from two species of lionfish (*Pterois antennata* and *Pterois volitans*). Fish Physiol Biochem. août 2014;40(4):1043‑53.

27. **KIRIAKE A, SHIOMI K.** Some properties and cDNA cloning of proteinaceous toxins from two species of lionfish (*Pterois antennata* and *Pterois volitans*). Toxicon. 1 nov 2011;58(6):494‑501.

28. **CERLAND L.** Analyse de l'incidence et des caractéristiques cliniques de l'envenimation par le poisson-lion en Martinique. [Internet]. 2014 [cité 31 juill 2019]. Disponible sur: https://www.urml-m.org/wp-content/uploads/2016/06/these-poisson-lion.pdf

29. **BOUCHON C.** Invasion de la mer Caraibe par P. volitans [Internet]. 2010 [cité 5 févr 2020]. Disponible sur: http://www.guadeloupe.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/EtudeUAG.pdf

30. **THÉVENOT J.** Synthèse et réflexions sur des définitions relatives aux invasions biologiques. Rapport SPN 2013/15 :32.

31. **PASCAL M, LORVELEC O, VIGNE J-D**. Invasions biologiques et extinctions : 11 000 Ans d'histoire des vertébrés en France. 2006. 350 p.

32. **GENOVESI M-P & SHINE C.** Stratégie européenne relative aux espèces exotiques envahissantes [Internet]. 2003 [cité 12 juin 2020]. Disponible sur: https://obv-na.fr/ofsa/ressources/5_ref_eee/EEE_Strategie_europeenne_2003.pdf

33. **WILLIAMSON M, FITTER A.** The Characters of Successful Invaders. Biol Conserv. 1 oct 1996;78:163‑70.

34. **RICHARDSON D, PYŠEK P, REJMANEK M, BARBOUR M, PANETTA F, WEST C.** Naturalization and invasion of alien plants: Concepts and definitions. Divers Distrib. 25 sept 2000;3:14‑93.

35. **CULTURE.FR** [Internet]. [cité 12 juin 2020]. Disponible sur: http://www.culture.fr/franceterme/result?francetermeSearchTerme=esp%C3%A8ce+prolif%C3%A9rante&francetermeSearchDomaine=0&francetermeSearchSubmit=rechercher&action=search

36. **CULTURE.FR** [Internet]. [cité 12 juin 2020]. Disponible sur: http://www.culture.fr/franceterme/result?francetermeSearchTerme=esp%C3%A8ce+envahissante&francetermeSearchDomaine=0&francetermeSearchSubmit=rec

hercher&action=search

37. **INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE** [Internet]. 2016 [cité 12 juin 2020]. Disponible sur: https://uicn.fr/wp-content/uploads/2016/09/UICN_Guide_EEE_entreprises_L1.pdf

38. **SCHOFIELD P.** Geographic extent and chronology of the invasion of non-native lionfish (*Pterois volitans* [Linnaeus 1758] and *P. miles* [Bennett 1828]) in the Western North Atlantic and Caribbean Sea. Aquat Invasions. sept 2009;4(3):473‑9.

39. **MACISAAC HJ, DE ROY EM, LEUNG B, GRGICAK-MANNION A, RUIZ GM.** Possible ballast water transfer of lionfish to the eastern pacific ocean. Anil AC, éditeur. PLOS ONE. 2 nov 2016;11(11):e0165584.

40. **KULBICKI M, BEETS J, CHABANET P, CURE K, DARLING E, FLOETER S, *ET AL*.** Distributions of Indo-Pacific lionfishes *Pterois spp*. in their native ranges: implications for the Atlantic invasion. Mar Ecol Prog Ser. 2 févr 2012;446:189‑205.

41. **GREEN S, CÔTÉ I.** Record densities of Indo-Pacific lionfish on Bahamian coral reefs. Coral Reefs. 1 mars 2009;28.

42. **CURE K, MCILWAIN J, HIXON M.** Habitat plasticity in native Pacific red lionfish *Pterois volitans* facilitates successful invasion of the Atlantic. Mar Ecol Prog Ser. 23 juin 2014;506:243‑53.

43. **MARINE BIODIVERSITY RECORDS** A lionfish (*Pterois miles*) invasion has begun in the Mediterranean Sea [Internet]. 2016 [cité 3 févr 2020]. Disponible sur: https://mbr.biomedcentral.com/articles/10.1186/s41200-016-0065-y

44. **MORELL** Mystery of the Lionfish: Don't Blame Hurricane Andrew [Internet]. 2010 [cité 5 juill 2019]. Disponible sur: https://www.sciencemag.org/news/2010/04/mystery-lionfish-dont-blame-hurricane-andrew

45. **BARICHE M, TORRES M, AZZURRO E.** The Presence of the invasive Lionfish *Pterois miles* in the Mediterranean Sea. Mediterr Mar Sci. 3 juin 2013;14(2):292.

46. **SUEZCANAL.GOV** [Internet]. [cité 18 sept 2019]. Disponible sur: https://www.suezcanal.gov.eg:443/English/About/SuezCanal/Pages/CanalCharacteristics.aspx

47. **JOHNSTON MW, PURKIS SJ.** Are lionfish set for a Mediterranean invasion? Modelling explains why this is unlikely to occur. Mar Pollut Bull. 15 nov 2014;88(1‑2):138‑47.

48. **ANTOINE A, BORGOMANO L, BOUHIRON E, BRIFFAULT A, COULEAU A, FERRERA S, ET AL.** La faune lessepsienne : quels impacts, quel avenir ? 2010 :85.

49. **JOHNSON EG, SWENARTON MK.** Age, growth and population structure of invasive lionfish (*Pterois volitans/miles*) in northeast Florida using a length-based, age-structured population model. PeerJ [Internet]. 1 déc 2016 [cité 2 juill 2019];4. Disponible sur: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5136135/

50. **LÖNNSTEDT OM, MCCORMICK MI.** Ultimate Predators: Lionfish Have Evolved to Circumvent Prey Risk Assessment Abilities. PLoS ONE [Internet]. 16 oct 2013 [cité 2 juill 2019];8(10). Disponible sur: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3797751/

51. **KINDINGER TL.** Behavioral response of native Atlantic territorial three spot damselfish (Stegastes planifrons) toward invasive Pacific red lionfish (*Pterois volitans*). Environ Biol Fishes. févr 2015;98(2):487‑98.

52. **FERRARI MCO, WISENDEN BD, CHIVERS DP**. Chemical ecology of predator–prey interactions in aquatic ecosystems: a review and prospectusThe present review is one in the special series of reviews on animal–plant interactions. Can J Zool. 1 juill 2010;88(7):698‑724.

53. **CLAYDON J, CALOSSO M, TRAIGER S.** Progression of invasive lionfish in seagrass, mangrove and reef habitats. Mar Ecol Prog Ser. 23 févr 2012;

54. **SELLERS AJ, RUIZ GM, LEUNG B, TORCHIN ME.** Regional variation in parasite species richness and abundance in the introduced range of the invasive lionfish, *Pterois volitans*. PLOS ONE. 22 juin 2015;10(6):e0131075.

55. **TUTTLE L.** Interactions among invasive pacific red lionfish, fish parasites, and cleaning mutualisms native to atlantic coral reefs [Internet]. ResearchGate. 2016 [cité 27 juin 2020]. Disponible sur: https://www.researchgate.net/publication/323498025_Interactions_among_Invasive_Pacific_Red_Lionfish_Fish_Parasites_and_Cleaning_Mutualisms_Native_to_Atlantic_Coral_Reefs

56. **HARRIS H, FOGG A, YANONG R, FRASCA S, CODY T, WALTZEK T, *ET AL*.** First Report of an Emerging Ulcerative Skin Disease in Invasive Lionfish. 23 oct 2018;FA209:1‑7.

57. **DICTIONNAIRE DE FRANÇAIS LAROUSSE** [Internet]. [cité 5 févr 2020]. Disponible sur: https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/%C3%A9cosyst%C3%A8me/27682

58. **BINET, T., SMIDT, O.** Evaluation économique de la lutte contre le poisson-lion dans les Petites Antilles françaises. Etude relative au projet Projet PoLiPA - Poisson-Lion dans les Petites Antilles : gestion, lutte, recherche et coordination. Vertigo Lab, OMMM, SNB. 2015;59 p.

59. **BARBOUR A, MONTGOMERY M, ADAMSON A, DÍAZ-FERGUSON E, SILLIMAN B.**

Mangrove use by the invasive lionfish *Pterois volitans*. Mar Ecol-Prog Ser - MAR ECOL-PROGR SER. 22 févr 2010;401:291‑4.

60. **NATIONAL CENTER FOR BIOTECHNOLOGY INFORMATION** A new mesophotic goby, Palatogobius incendius (Teleostei: Gobiidae), and the first record of invasive lionfish preying on undescribed biodiversity [Internet]. [cité 29 juill 2019]. Disponible sur: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5444649/

61. **TUTTLE L.** (2017) Direct and indirect effects of invasive lionfish on coral-reef cleaning mutualists. Mar Ecol Prog Ser. 7 avr 2017;569:163‑72.

62. **ENCYCLOPÉDIE DE L'ENVIRONNEMENT** Coraux : les ingénieurs des océans sont menacés [Internet]. 2017 [cité 5 févr 2020]. Disponible sur: https://www.encyclopedie-environnement.org/vivant/coraux-ingenieurs-oceans-menaces/

63. **ÉLEAU.ORG.** La chaîne alimentaire [Internet]. Éleau.org. [cité 20 juin 2020]. Disponible sur: https://eleau.org/ecologie/la-chaine-alimentaire/

64. **LESSER M, SLATTERY M.** Phase shift to algal dominated communities at mesophotic depths associated with lionfish (*Pterois volitans*) invasion on a Bahamian coral reef. Biol Invasions. 1 août 2011;13:1855‑68.

65. **ENCYCLOPEDIE UNIVERSALIS** [Internet]. Encyclopædia Universalis. [cité 20 juin 2020]. Disponible sur: https://www.universalis.fr/encyclopedie/mangroves/

66. **AGENCE FRANÇAISE POUR LA BIODIVERSITÉ** Les herbiers marins [Internet]. [cité 20 juin 2020]. Disponible sur: http://www.aires-marines.fr/Proteger/Proteger-les-habitats-et-les-especes/Les-herbiers-marins

67. **VETRANO SJ, LEBOWITZ JB, MARCUS S.** Lionfish envenomation. J Emerg Med. 1 nov 2002;23(4):379‑82.

68. **MAILLAUD C**. Envenimations par les poissons tropicaux : aspects cliniques et thérapeutiques [Internet]. 1998 [cité 6 sept 2019]. Disponible sur: https://aresub.pagesperso-orange.fr/medecinesubaquatique/envenimations.htm

69. **CERLAND L.** Protocole de prise en charge de l'envenimation par le poisson-lion [Internet]. 2016 [cité 6 sept 2019]. Disponible sur: https://www.urml-m.org/wp-content/uploads/2016/02/Protocole-de-prise-en-charge-de-lenvenimation-par-le-poisson-lion.pdf
70. **GANE-LEPLANT** [Internet] Spécificités locales aux Antilles. 2015 [cité 15 septembre 2019] Disponible sur : https://ecursus.univ-antilles.fr/pluginfile.php/3142/mod_data/content/10259/Sp%C3%A9cificit%C3%A9s%20locales%20aux%20Antilles.pdf

71. **RÉSERVE NATURELLE DE ST MARTIN** [Internet]. Réserve Nationale Naturelle de

Saint-Martin. 2012 [cité 28 mars 2020]. Disponible sur: https://reservenaturelle-saint-martin.com/fr/publications/poisson-lion

72. **PATEL MR, WELLS S.** Lionfish envenomation of the hand. J Hand Surg. mai 1993;18(3):523‑5.

73. **GALLAGHER S.** Lionfish and Stonefish Envenomation: Background, Pathophysiology, Epidemiology. 2017.

74. **HOSSEN V**. La ciguatera : un état des lieux en France et dans l'Union européenne. 2014 :7.

75. **LIBRAIRIE MARITIME NAUTIC WAY** [Internet]. [cité 1 juill 2020]. Disponible sur: https://www.nautic-way.com/fr_FR/faire-attention-a-la-ciguatera

76. **TAVAN A-S.** La ciguatera et son impact en Nouvelle-Calédonie. 8 juill 2015;122.

77. **BONNAT C.** La ciguatera : toxicologie, clinique, traitement et prévention. [Internet] [cité 5 févr 2020]. Disponible sur: https://aresub.pagesperso-orange.fr/medecinesubaquatique/dangersfaune/ciguatera/clin/clin.htm

78. **CHINAIN M.** Rappels cliniques de l'intoxication à la ciguatera.pdf [Internet]. 2016 [cité 20 juin 2020]. Disponible sur: http://www.urml-m.org/wp-content/uploads/2016/05/Rappels-cliniques-de-lintoxication-%C3%A0-ciguatera.pdf

79. **CEMBELLA A.** Harmful Algal Species Fact Sheets. Harmful Algal Blooms. 2018; 601p

80. **INSTITUT LOUIS MALADRÉ** Ciguatera : les symptômes [Internet]. [cité 5 févr 2020]. Disponible sur: https://www.ciguatera.pf/index.php/fr/nos-services/les-symptomes

81. **LAURENT D, YEETING B, LABROSSE P.** Ciguatera: field reference guide: un guide pratique. Noumea, New Caledonia: Secretariat of the Pacific Community; 2005. 88 p.

82. **STEMPF E**. Incidence des formes chroniques de la ciguatera au sein de la population réunionnaise de 2000 à 2014. 2015.

83. **ROSSI F.** Vers une valorisation industrielle d'un remède traditionnel pour le traitement des intoxications ciguatériques [Internet] [phdthesis]. Université de la Polynésie Française; 2014 [cité 20 juin 2020]. Disponible sur: https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01079892

84. **ROBERTSON A, GARCIA A, FLORES QUINTANA H, SMITH T, CASTILLO B, REALE-MUNROE K, *ET AL*.** Invasive lionfish (*Pterois volitans*): a potential human

health threat for ciguatera fish poisoning in tropical waters. Mar Drugs. 27 déc 2013;12(1):88‑97.

85. **HARDISON D, HOLLAND W, DARIUS H, CHINAIN M, TESTER P, SHEA D, *ET AL*.** Investigation of ciguatoxins in invasive lionfish from the greater caribbean region: Implications for fishery development. PLoS ONE [Internet]. 20 juin 2018 [cité 6 sept 2019];13(6). Disponible sur: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6010213/

86. **VAN BEUKERING P, BROUWER R, SCHEP S, WOLFS E, BRANDER L, EBANKS-PETRIE G, *ET AL*.** The impact of invasive species on tourism. 2018; R-14/32 :53.

87. **BULLETIN DE VEILLE SANITAIRE ANTILLES - GUYANE** [Internet]. 2016 [cité 7 sept 2019]. Disponible sur: http://www.urml-m.org/wp-content/uploads/2016/10/2016-01_toxicovigilance V2.pdf

88. **ACTU-ENVIRONNEMENT** Définition de Union Internationale pour la Conservation de la Nature et des ses ressources (UICN) [Internet]. [cité 5 févr 2020]. Disponible sur: https://www.actu-environnement.com/ae/dictionnaire_environnement/definitio n/union_internationale_pour_la_conservation_de_la_nature_et_des_ses_ressources_ uicn.php4

89. **INTERNATIONAL CORAL REEF INITIATIVE** An informal partnership to preserve coral reefs around the world [Internet]. [cité 5 févr 2020]. Disponible sur: https://www.icriforum.org/

90. **REEF ENVIRONMENTAL EDUCATION FOUNDATION** Conserving Oceans Through Citizen Science, Education and Research [Internet]. [cité 5 févr 2020]. Disponible sur: https://www.reef.org/

91. **CABI.ORG** [Internet]. [cité 5 févr 2020]. Disponible sur: https://www.cabi.org/

92. **CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY** [Internet]. [cité 5 févr 2020]. Disponible sur: https://www.cbd.int/

93. **GÓMEZ LOZANO R** Stratégie régionale de contrôle de l'invasion du Poisson-lion dans la grande région Caraïbe. 2013.

94. **UN ENVIRONMENT PROGRAMME** [Internet]. UNEP - UN Environment Programme. [cité 5 févr 2020]. Disponible sur: http://www.unenvironment.org/fr/node

95. **CARIBBEAN ENVIRONMENT PROGRAMME** Learn about the Cartagena Convention and its Protocols. [Internet]. [cité 5 févr 2020]. Disponible sur: http://cep.unep.org/cartagena-convention

96. **INTERNATION UNION FOR CONSERVATION OF NATURE** Stratégie Caraibe poisson-lion [Internet]. 2016 [cité 5 févr 2020]. Disponible sur: http://uicn.fr/wp-content/uploads/2016/09/Assises_EEE_2014_atelier8_Strategie_Caraibe_poisson_lion.pdf

97. **US DEPARTMENT OF COMMERCE** NOAA National Marine Sanctuaries Lionfish Response Plan (2015-2018) [Internet]. [cité 9 févr 2020]. Disponible sur: https://sanctuaries.noaa.gov/science/conservation/lionfish15.html

98. **INVASIVE LIONFISH PORTAL** [Internet]. Invasive Lionfish Portal. [cité 5 févr 2020]. Disponible sur: http://lionfish.gcfi.org/

99. **SCHOFIELD PJ, BROWN ME.** Invasive species : ocean ecosystem case studies for earth systems and environmental sciences. Reference module in earth systems and environmental sciences; 2016. p. B9780124095489092000.

100. **INVASIVE LIONFISH CONTROL AD-HOC COMITTEE** National Invasive Lionfish Prevention and Management Plan. 2015;69.

101. **INTERNATIONAL CORAL REEF INITIATIVE** Lionfish, the experience in Florida (presentation) [Internet]. [cité 12 févr 2020]. Disponible sur: https://www.icriforum.org/icri-documents/presentations/lionfish-experience-florida-presentation

102. **INTERNATIONAL CORAL REEF INITIATIVE** Lionfish response management plan US Virgin Island. [Internet]. [cité 12 févr 2020]. Disponible sur: https://www.icriforum.org/icri-documents/presentations/lionfish-experience-USVI-presentation

103. **INTERNATIONAL CORAL REEF INITIATIVE** Lionfish, the experience in USVI (presentation) [Internet]. [cité 12 févr 2020]. Disponible sur: https://www.icriforum.org/icri-documents/presentations/lionfish-experience-usvi-presentation

104. **INTERNATIONAL CORAL REEF INITIATIVE** Lionfish, the experience in Puerto-Rico (presentation) [Internet]. [cité 12 févr 2020]. Disponible sur: https://www.icriforum.org/icri-documents/presentations/lionfish-experience-puerto-rico-presentation

105. **LIONFISH WORKSHOP CAYMAN ISLAND** [Internet]. 2013 [cité 10 févr 2020]. Disponible sur: https://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20141203213805/http://jncc.defra.gov.uk/pdf/ot_LionfishWorkshopCaymanIsland_201307.pdf

106. **INTERNATIONAL CORAL REEF INITIATIVE** Lionfish, the experience in Cayman Islands (presentation) [Internet]. [cité 12 févr 2020]. Disponible sur: https://www.icriforum.org/icri-documents/presentations/lionfish-experience-ca

yman-islands-presentation

107. **PELEMBE T.** Turks and Caicos Islands invasive lionfish control program. 2015 :6.

108. **GLEASON EJ, GULLICK H.** Bermuda Lionfish Control plan. 2014 :60.

109. **DE LEON R.** The Arrival of Lionfish in Bonaire. 2019 :18.

110. **INTERNATIONAL CORAL REEF INITIATIVE** Lionfish, the experience in St. Maarten (presentation) [Internet]. [cité 12 févr 2020]. Disponible sur: https://www.icriforum.org/icri-documents/presentations/lionfish-experience-st-maarten-presentation

111. **CHAPMAN, J.K., L. ANDERSON, M.L. FRUITEMA, J. SOLOMON, S. GREEN, A. BOGDANOFF, J. SABATTIS & D. BUESO** Belize National Lionfish Management Strategy, 2019-2023. Blue Ventures Conservation, London, UK. 2019.102 pages

112. **INTERNATIONAL CORAL REEF INITIATIVE** Lionfish, the experience in the Bahamas (presentation) [Internet]. [cité 12 févr 2020]. Disponible sur: https://www.icriforum.org/icri-documents/presentations/lionfish-experience-bahamas-presentation

113. **INTERNATIONAL CORAL REEF INITIATIVE** Lionfish, the experience in Columbia (presentation) [Internet]. [cité 12 févr 2020]. Disponible sur: https://www.icriforum.org/icri-documents/presentations/lionfish-experience-columbia-presentation

114. **INTERNATIONAL CORAL REEF INITIATIVE** Lionfish, the experience in Cuba (presentation) [Internet]. [cité 12 févr 2020]. Disponible sur: https://www.icriforum.org/icri-documents/presentations/lionfish-experience-cuba-presentation

115. **INTERNATIONAL CORAL REEF INITIATIVE** Lionfish, the experience in Jamaica [Internet]. [cité 12 févr 2020]. Disponible sur: https://www.icriforum.org/about-icri/members-networks/jamaica

116. **INTERNATIONAL CORAL REEF INITIATIVE** Lionfish, the experience in Mexico (presentation) | International Coral Reef Initiative [Internet]. [cité 12 févr 2020]. Disponible sur: https://www.icriforum.org/icri-documents/presentations/lionfish-experience-mexico-presentation

117. **INTERNATIONAL CORAL REEF INITIATIVE** Lionfish, the experience in Panama [Internet]. [cité 12 févr 2020]. Disponible sur: https://www.icriforum.org/about-icri/members-networks/panama

118. **INTERNATIONAL CORAL REEF INITIATIVE** Lionfish, the experience in Dominican Republic (presentation) [Internet]. [cité 12 févr 2020]. Disponible sur:

https://www.icriforum.org/icri-documents/presentations/lionfish-experience-dominican-republic-presentation

119. **INTERNATIONAL CORAL REEF INITIATIVE** Lionfish, the experience in Venezuela (presentation) | International Coral Reef Initiative [Internet]. [cité 12 févr 2020]. Disponible sur: https://www.icriforum.org/icri-documents/presentations/lionfish-experience-venezuela-presentation

120. **GUADELOUPE DEVELOPPEMENT DURABLE** Stratégie de contrôle du poisson-lion (*Pterois sp*) dans les antilles françaises (2013-2015) [Internet]. [cité 5 févr 2020]. Disponible sur: http://www.guadeloupe.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/SCP-AF_2013-2015.pdf

121. **GRAHAM RE, FANNING LM** (2017) A comparison of eight country plans for the Invasive Indo-Pacific Lionfish in the Wider Caribbean. Glob Ecol Conserv. 1 oct 2017;12:253‑62.

122. **RELIONMED** Preventing a LIONfish invasion in the MEDiterranean through early response and targeted REmoval [Internet]. [cité 10 févr 2020]. Disponible sur: https://relionmed.eu/

123. **KLEITOU P.** The RELIONMED EU-LIFE project : public and stakeholder awareness of invasive lionfish in Europe. 1st Mediterranean Symposium on the Non-Indigenous Species. 2019.

124. **FLORIDA FISH & WILDLIFE CONSERVATION COMMISSION** FWC Lionfish Summit Final Report [Internet]. 2018 [cité 5 févr 2020]. Disponible sur: https://content.govdelivery.com/accounts/FLFFWCC/bulletins/2567671

125. **LIONFISH CONTROL PLAN 2017** [Internet]. 2017 [cité 5 févr 2020]. Disponible sur: https://myfwc.com/media/18909/lcp-action-items-summary-2017_final.pdf

126. **CHAPMAN J.** Obstacles and opportunities in developing commercial markets for invasive lionfish - lessons learnt from Belize. In 2013.

127. **AYAS D, SEN G, KOSKER A, DURMUS M, UCAR Y, BAKAN M.** The Chemical Composition of the Lionfish (*Pterois miles*, Bennett 1828), the New Invasive Species of the Mediterranean Sea. Int J Nat Eng Sci. 14 mai 2018;3.

128. **RITTERMANN A.** A Review of Present and Alternative Lionfish Controls in the Western Atlantic. 2016;53.

129. **DAVIS A.** The Consumption of Lionfish as a Control of an Invasive Species in Bermuda. 2016.

130. **LIONFISH.CO** What eats lionfish? Do lionfish have predators in Atlantic [Internet]. Lionfish Hunting Lodge. 2017 [cité 11 févr 2020]. Disponible sur: https://lionfish.co/what-eats-lionfish/

131. **HÜSEYINOGLU MF, ÖZTÜRK B, TÜRK DENIZ ARA$TIRMALARI VAKFI.** Lionfish invasion and its management in the Mediterranean sea. 2018.

132. **MUMBY PJ, HARBORNE AR, BRUMBAUGH DR** Grouper as a Natural Biocontrol of Invasive Lionfish. 2011; 6(6): e21510. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0021510

133. **MUMBY PJ, HARBORNE AR, BRUMBAUGH DR** Grouper as a Natural Biocontrol of Invasive Lionfish. 2011; 6(6): e21510. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0021510

134. **VALDIVIA A, BRUNO JF, COX CE, HACKEROTT S, GREEN SJ** Re-examining the relationship between invasive lionfish and native grouper in the Caribbean. PeerJ. 2014;2:e348.

135. **FOR SCUBA DIVERS** Unintended Consequences Of Lionfish Culling [Video] [Internet]. 2016 [cité 24 juill 2020]. Disponible sur: http://forscubadivers.com/photosvideos/unintended-consequences-with-marine-life-video/

136. **NUTTALL M, JOHNSTON M, ECKERT R, EMBESI J, HICKERSON E, SCHMAHL G.** Lionfish (*Pterois volitans* [Linnaeus, 1758] and *P. miles* [Bennett, 1828]) records within mesophotic depth ranges on natural banks in the Northwestern Gulf of Mexico. BioInvasions Rec. 1 juin 2014;3:111‑5.

137. **FOGG A.** Going Deep for Lionfish: Designs for two new traps for capturing lionfish in deep water. 2017:15.

138. **IEEE SPECTRUM** Latest Generation of Lionfish-Hunting Robot Can Find and Zap More Fish Than Ever [Internet]. 2019 [cité 24 juill 2020]. Disponible sur: https://spectrum.ieee.org/automaton/robotics/industrial-robots/latest-generation-of-lionfishhunting-robot-can-find-and-zap-more-fish-than-ever

139. **CHAPMAN J, ANDERSON L, GOUGH C, HARRIS A.** Working up an appetite for lionfish: A market-based approach to manage the invasion of *Pterois volitans* in Belize. Mar Policy. 1 nov 2016;73:256‑62.

140. **FENARD D.** Étude de l'effet inhibiteur des phospholipases A2 secrétées sur la réplication du virus de l'immunodéficience humaine [Internet] [thesis]. Nice; 2000 [cité 12 févr 2020]. Disponible sur: http://www.theses.fr/2000NICE5458

141. **FENARD D, LAMBEAU G, VALENTIN E, LEFEBVRE J-C, LAZDUNSKI M, DOGLIO A.** Secreted phospholipases A2, a new class of HIV inhibitors that block virus entry into host cells. J Clin Invest. 1 sept 1999;104(5):611‑8.

142. **SOMMENG AN, ARYA RMY, GINTING MJ, PRATAMI DK, HERMANSYAH H, SAHLAN M, *ET AL*.** Antiretroviral activity of *Pterois volitans* (red lionfish) venom in the early development of human immunodeficiency virus/acquired immunodeficiency syndrome antiretroviral alternative source. Vet World. 2019;12(2):309‑15.

143. **CNN INDONESIA** Mahasiswa UI Temukan Racun Duri Lionfish Jadi Obat Kanker [Internet]. [cité 12 févr 2020]. Disponible sur: https://www.cnnindonesia.com/gaya-hidup/20190821121906-255-423323/mahasiswa-ui-temukan-racun-duri-lionfish-jadi-obat-kanker

144. **REEF ENVIRONMENTAL EDUCATION FOUNDATION** Lionfish Jewelry Workshops [Internet]. [cité 12 févr 2020]. Disponible sur: https://www.reef.org/lionfishjewelry

Vu, le Président du jury,

Elise Verron

Vu, le Directeur de thèse,

Fabrice Pagniez

Vu, le Directeur de l'UFR,

UNIVERSITÉ DE NANTES **2020**

Nom - Prénoms : VU DINH Cassandra Marie Florence

Titre de la thèse : Etat des lieux et conséquences de la prolifération mondiale de *Pterois volitans* et *Pterois miles*

Résumé de la thèse : Les *Pterois volitans* et *Pterois miles*, connus sous le nom de "poisson-lion", sont deux espèces de rascasses venimeuses originaires de l'Indo-Pacifique. Suite à des rejets de spécimens dans l'océan Atlantique, *Pterois volitans* a proliféré de manière exponentielle au cours des dernières décennies, engendrant des conséquences dramatiques sur la faune et la flore marine qu'il continue de coloniser. Plus récemment, l'espèce *Pterois miles* a réussi à franchir le canal de Suez et se propage désormais en mer Méditerranée. Le poisson-lion est désormais considéré comme une Espèce Exotique Envahissante, qui menace grandement la biodiversité. Comment les *Pterois* sont-ils parvenus à envahir un si grand territoire en si peu de temps ? Quelles sont les répercussions écologiques, économiques et sanitaires de leur prolifération ? Quels sont les moyens de lutte mis en oeuvre dans les différents territoires pour contrer ces effets ?

MOTS CLÉS : PTEROIS - ESPECES INVASIVES - ENVENIMATIONS - POISSON-LION

JURY

PRÉSIDENT : Mme Elise VERRON, Maître de Conférences de Toxicologie
Faculté de Pharmacie de Nantes

ASSESSEURS : Mr Fabrice PAGNIEZ, Maître de Conférences de Parasitologie
Faculté de Pharmacie de Nantes

Mr Philippe GRANDON, Docteur en Pharmacie
Pharmacie des Arcades
1 place de la Beurrerie, 44170 NOZAY

Adresse de l'auteur

Mme Cassandre VU DINH, 6 route de l'océan 44170 LA GRIGONNAIS