



VERTIGOLAB

Évaluation 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**

Septembre 2015



**STRATÉGIE
NATIONALE POUR LA
BIODIVERSITÉ
ADHÉRER ET S'ENGAGER**

Citation : Binet, T., Smidt, O. 2015. 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. 50 p.

TABLE DES MATIERES

I.	Introduction	5
II.	Impacts de l'invasion du poisson-lion dans les Petites Antilles Françaises	7
III.	Analyse coût-bénéfice de la lutte contre le poisson-lion	23
IV.	Conclusions	44
V.	Bibliographie.....	45
VI.	Annexes : personnes citées dans l'étude	50

Liste des Tableaux

Tableau 1:	Pertes économiques annuelles liées à la réduction de biomasse de poissons-perroquets	9
Tableau 2 :	Pertes économiques annuelles liées à la réduction de biomasse de poissons-chirurgiens	9
Tableau 3 :	Pertes économiques annuelles liées à la réduction de biomasse de mérours	10
Tableau 4 :	Pertes économiques annuelles liées à la réduction de biomasse de vivaneaux.....	11
Tableau 5 :	Pertes économiques annuelles liées à la réduction de biomasse de gorettes	11
Tableau 6:	Perte économique annuelle liée à la réduction de production de la pêche au casier.....	13
Tableau 7:	Coût annuel associé au temps perdu par les pêcheurs professionnels.....	14
Tableau 8:	Valeur du service de production halieutique des récifs, herbiers, mangroves	16
Tableau 9:	Impact du poisson-lion sur la valeur de la biomasse « capturable » totale non capturée.....	19
Tableau 10 :	Coût annuel associé au temps perdu lors de l'élimination des poissons-lions	20
Tableau 11:	Tableau récapitulatif des services écosystémiques des habitats marins côtiers impactés par le poisson-lion	21
Tableau 12:	Tableau récapitulatif des pertes liées aux impacts directs.....	22
Tableau 13:	Pertes de capture associées à la présence du poisson-lion dans les casiers sur les quatre îles ..	24
Tableau 14:	Bénéfices liés aux captures de poissons commerciaux sur les quatre îles après prise en compte de la prédation et de la présence des poissons-lions dans les casiers	25
Tableau 15:	Coûts liés au temps passé par les pêcheurs des quatre îles à neutraliser les poissons-lions	26
Tableau 16 :	Coûts associées au temps passé par les bénévoles à éliminer les poissons-lions en Guadeloupe et en Martinique.....	28
Tableau 17 :	Valeur actualisée nette du scénario 0	29
Tableau 18:	Coûts de prévention du secteur de la pêche professionnelle sur les quatre îles	31
Tableau 19 :	Coûts de prévention du secteur de la plongée	32
Tableau 20:	Coût initial de l'investissement du scénario 1	35

Tableau 21 : Bénéfices liés aux captures de poissons commerciaux après impact de prédation du poisson-lion et après prise en compte de sa présence dans les casiers sur les quatre îles	36
Tableau 22 : Coûts liés au temps passé par les pêcheurs à manipuler les poissons-lions sur les quatre îles	37
Tableau 23 : Coûts associés au temps consacré à l'élimination des poissons-lions en Guadeloupe et en Martinique.....	37
Tableau 24 : Valeur actualisée nette du scénario 1	38
Tableau 25 : Coût de l'investissement initial du scénario 2.....	39
Tableau 26: Bénéfices liés aux captures de poissons commerciaux sur les quatre îles après prise en compte de la prédation et de la présence du poisson-lion dans les casiers	40
Tableau 27 : Coûts liés au temps consacré par les pêcheurs à la manipulation des poissons-lion sur les quatre îles	42
Tableau 28 : Coûts associés au temps passé à éliminer les poissons-lions en Guadeloupe et en Martinique	42
Tableau 29: Valeur actualisée nette du scénario 2	43

I. INTRODUCTION

L'invasion du poisson-lion est considérée comme l'une des invasions les plus problématiques au monde en termes de conservation (Sutherland et al. 2010). Depuis sa première apparition au large de la Floride en 1985 (Morris et Akins, 2009), cette espèce invasive venimeuse, native de la zone Indopacifique a colonisé la Caroline du Nord, le sud-est des Etats Unis, toute la Caraïbe et une grande partie du Golfe du Mexique. Le poisson-lion (*Pterois volitans*) est le deuxième responsable des 40 000 à 50 000 envenimements qui se produisent chaque année dans les milieux aquatiques du monde, derrière la raie pastenague (Vetrano, 2002). Il est présent sur tous les habitats côtiers entre 1 et 300 mètres de profondeur : herbiers, sables, récifs, mangroves (Barbour et al 2010), estuaires (Jud et al, 2011) et structures artificielles (Smith, 2010). La densité du poisson-lion en Amérique centrale peut dépasser de cinq fois celle de son environnement natif (Morris et Akins, 2009). On recense ainsi une moyenne de 80 individus à l'hectare en Mer Rouge (Green, S.J. et Côté, I.M., 2009) et jusqu'à 350 individus à l'hectare au large de la Caroline du Nord (Morris et Akins, 2009).

Cette invasion est la résultante de la combinaison de facteurs favorables aux poissons-lion (Côté et al., 2013) :

- Des caractéristiques biologiques compétitives : reproduction précoce et fréquente (Morris et al., 2009), défense naturelle contre les prédateurs, comportement de prédation unique et vorace, régime alimentaire carnivore généraliste ;
- Des conditions de vie accommodantes dans les écosystèmes marins côtiers de la caraïbe : facilité de prédation, compétiteurs et prédateurs natifs moins efficaces et surpêchés (Ward-Paige et al, 2010).

Par la colonisation rapide et progressive de l'ensemble des eaux côtières des Caraïbes, le poisson-lion influence directement l'activité humaine dans les Petites Antilles en impactant les secteurs économiques de la pêche et du tourisme et en menaçant la santé humaine. Parallèlement, il porte potentiellement atteinte aux services rendus à l'homme par les écosystèmes coralliens, les mangroves et les herbiers en déstabilisant la chaîne trophique de ces environnements déjà soumis à de fortes pressions par le changement climatique, la pollution, la surpêche, etc.

Quel est l'impact écologique, social et économique de cette invasion sur la biodiversité et les activités économiques qui en dépendent (pêche et tourisme) dans les Antilles françaises? Quelle est la stratégie de lutte la plus adaptée pour freiner cette invasion? Cette étude a pour objectif premier d'évaluer le coût économique de l'invasion du poisson-lion dans les Antilles françaises. Elle vise ensuite à conduire une analyse coût-bénéfice des stratégies de lutte envisagées contre cette espèce.

Cette évaluation économique s'inscrit dans le cadre du projet PoliPA (Poisson-Lion dans les Petites Antilles) porté par l'Observatoire du Milieu Marin Martiniquais (OMMM), projet issu de la Stratégie Nationale pour la Biodiversité (SNB) 2011-2020. Ce travail s'appuie sur les données collectées dans le cadre de ce projet, démarré en 2012, qui a permis de recueillir de nombreuses données relatives au développement de la population du poisson-lion en Martinique, Guadeloupe, à Saint Martin et Saint Barthélemy. En complément de ces données, l'évaluation économique s'appuie sur deux autres sources d'informations :

- Les données de la littérature scientifique et économique en rapport avec l'invasion du poisson-lion dans les Caraïbes et en lien avec les services écosystémiques des habitats marins des Antilles françaises ;
- Les enquêtes de terrain avec les pêcheurs, les clubs de plongées et autres acteurs de la lutte contre le poisson-lion.

L'évaluation présentée ici s'appuie sur les méthodes classiques de l'économie de l'environnement (méthode des prix de marché, méthode des coûts, méthode des préférences déclarées et révélées) ainsi que sur le transfert de valeurs depuis des études comparables conduites sur l'économie des espèces invasives.

Un premier chapitre présente les coûts économiques de l'invasion du poisson-lion. Nous estimons ces coûts par rapport aux pertes économiques supportées par les activités dépendantes du bon état des écosystèmes marins. Il serait également intéressant d'estimer ces coûts par rapport aux pertes des autres services des écosystèmes résultant de la dégradation des habitats et de la perte de biodiversité marine. Ces impacts sont mesurés par les pertes sur les activités de pêche professionnelle, sur la productivité des écosystèmes ainsi que sur le tourisme.

Dans un deuxième chapitre, nous comparons sur cinq ans les coûts et bénéfices des stratégies de lutttes envisageables contre le poisson-lion dans les Antilles françaises. Cette méthode permettra d'identifier la stratégie la plus efficace pour contrôler l'invasion du poisson-lion. Parmi les hypothèses considérées, la commercialisation possible du poisson-lion et la participation bénévole des résidents et professionnels de la mer joue largement dans l'efficacité de la lutte contre le poisson-lion. L'analyse est conduite sur 5 ans seulement car l'état des connaissances sur l'invasion du poisson-lion ne permet pas pour le moment d'établir des projections et des évolutions de biomasses à plus long-terme.

II. IMPACTS DE L'INVASION DU POISSON-LION DANS LES PETITES ANTILLES FRANÇAISES

1. Conséquences de l'invasion du poisson-lion sur la pêche professionnelle

Le poisson-lion affecte la production de la pêche de deux manières :

- Sa présence dans l'écosystème peut réduire la taille des populations de poissons à travers la très forte prédation qu'il exerce sur les autres poissons et la compétition avec les autres prédateurs concurrents. Il peut donc induire des pertes d'exploitation par des captures plus faibles des espèces traditionnellement commercialisées;
- Il présente des risques à la manipulation entraînant des coûts et dépenses supplémentaires en termes d'équipements et de pertes de temps passé en mer.

1.1 Réduction potentielle des captures de poissons liée à la prédation et la compétition du poisson-lion

a. Prédation du poisson-lion

Le régime alimentaire du poisson-lion est composé à 70% de poissons. Il se nourrit de plus de 40 espèces de poissons différents dans les récifs des Bahamas (petits Gobiidés, Labridés, Grammatidés, Apogonidés, et Pomacentridés) dont diverses espèces d'herbivores (Scaridés) et de juvéniles de larges Serranidés, Mullidés, Lutjanidés (Morris et Whitfield, 2009). Il consomme également de grandes quantités de crustacés (Eggleston et al. 1998). Entre 2004 et 2010, la biomasse de poisson-lion a été suivie sur neuf récifs coralliens des Bahamas (Green et al, 2012). Cette biomasse constituait 40% de la biomasse totale des prédateurs. Or, ces zones de récifs coralliens servent de nurserie à de nombreuses espèces juvéniles de poissons proies et de futurs prédateurs (Morris et Whitfield, 2009). Dans cet environnement, il a été observé que le poisson-lion pouvait absorber jusqu'à 20 juvéniles de la famille des Labridés en seulement 30 minutes (Albins et Hixon, 2008). Une autre expérience a démontré l'effet à court-terme d'un seul poisson-lion sur le renouvellement d'espèces natives des récifs des Bahamas : une diminution de 80% a été observée en 5 semaines seulement sur une dizaine de récifs artificiels (Albins et Hixon 2008). De même, une augmentation de la consommation des crustacées par le poisson-lion affaiblit les espèces de serranidés juvéniles et adultes (Eggleston et al., 1998). Ce dernier impacte donc considérablement les stocks des proies et les juvéniles de poissons prédateurs présentant un intérêt commercial (mérour rayé, vivaneaux etc.) (Morris et Akins 2009).

b. Compétition avec le poisson-lion

Le poisson-lion partage son habitat avec des macro-invertébrés tels que les langoustes ou d'autres poissons prédateurs comme les mérours. Cette compétition pour la nourriture et l'habitat induit un changement dans le comportement, la distribution, la croissance, la survie et la taille de ces populations indigènes (Albins et Hixon 2011, Green et al. 2012, Albins 2012). Par exemple, dans les Bahamas, le poisson-lion peut croître jusqu'à six fois plus vite qu'un prédateur natif comme le mérour (Albins, 2013). Une autre étude menée pendant deux mois sur dix récifs des Bahamas a comparé l'impact d'un mérour natif avec celui d'un poisson-lion sur l'abondance de petits poissons proie des récifs : le premier réduit leur abondance de 30%, le second de 90% (Albins, non publié). Le poisson-lion peut également faire

concurrence à la langouste dans la mesure où leur habitat présente des similitudes: dans les abris, l'abondance des langoustes est 50% plus faible en présence du poisson-lion (Henderson, 2012).

c. Pertes liées à la réduction de biomasse des poissons récifaux

En absorbant en grande quantité les juvéniles et les proies des poissons piscivores locaux et en étant un compétiteur spatial, le poisson-lion affaiblit les stocks de ces organismes dont les populations sont déjà largement surexploitées par la pêche commerciale et de loisir (Coleman et al., 2000 ; Huntsman et al. 1999). Les espèces principalement concernées sont les mérours comme le mérour neige (*Epinephelus niveatus*) (Wyanski et al. 2000), le mérour rouge (*Epinephelus marginatus*) (Schirripa et al. 1999), le mérour rayé (*Epinephelus striatus*) (Carter et al. 1994), le mérour de Varsovie (*Epinephelus nigritus*), le mérour géant (*Epinephelus itajara*) (Sadovy et Eklund 1999), le mérour grivelé (*Epinephelus drummondahy*) ainsi que les vivaneaux rouge (*Lutjanus purpureus*) et vermillon (*Rhomboplites aurorubens*) (Zhao et al. 1997). Peu à peu, le poisson-lion occupe les niches laissées vacantes (Huntsman et al., 1999 ; Morris et Whitfield, 2009) et menace les petits poissons natifs des récifs (Albins et Hixon, 2008 ; Albins et Hixon, 2011 ; Green et al, 2012). Ce phénomène est notamment problématique pour l'effort de gestion durable des stocks des vivaneaux, mérours, balistes, carangues noires, labre dans les Caraïbes.

Une étude a montré que le renouvellement moyen de quatre des cinq espèces de poissons-perroquets sur une vingtaine de récifs est réduit de 67 % en présence du poisson-lion sur une période de cinq semaines (Albins et Hixon 2008). En deux ans, le poisson-lion réduit de 65% la biomasse de petits poissons des récifs des Bahamas (Green et al, 2012). Par conséquent, chaque année, la biomasse des récifs est diminuée de 33% environ en raison du poisson-lion. Les poissons-perroquets, les poissons-chirurgiens, les vivaneaux, les mérours et les gorettes sont les principaux poissons impactés par le poisson-lion (Guyader et al., 2011).

Nous pouvons évaluer les conséquences potentielles de la diminution des populations de poissons sur les captures de la pêche professionnelle en termes de pertes économiques. Nous estimons cet impact au niveau de trois principales techniques de pêche affectées par le poisson-lion et qui capturent les poissons précédemment cités : les casiers, les filets fixes et sennes. Nous n'avons pas considéré ici les captures de la pêche à la ligne, technique ciblant en priorité les espèces de petits pélagiques, moins concernées par l'invasion du poisson-lion. Nous n'avons pas pris en compte la palangre profonde pour la pêche du vivaneau, car cette pêche est pratiquée plus au large et donc moins impactée par la présence de poisson-lion.

A titre d'exemple, si nous estimons que la biomasse de poissons-perroquets représente 36% de la biomasse totale d'un récif des Antilles (Bouchon-Navaro, 1997 ; Rooij et al., 1998) alors la prédation du poisson-lion est responsable d'une réduction annuelle de 12% de la biomasse des poissons-perroquets des récifs. Les pertes associées à la réduction de biomasse des poissons-perroquets s'élèvent alors à 163 080 euros par an en Guadeloupe.

Grâce aux données Ifremer de la pêche en Guadeloupe (Guyader et al., 2011) et en Martinique (Reynal et al., 2011), nous estimons également la part de biomasse impactée par le poisson-lion de toutes les espèces de récifs citées auparavant. Nous utilisons d'abord les valeurs moyennes de tonnages des pêches au casier, sennes et filets de chaque poisson afin de déterminer la part moyenne de chaque espèce pêchée. Puis, nous calculons, par extrapolation des données concernant le poisson-perroquet, la part de ces poissons dans les récifs. Nous établissons finalement pour chacune des espèces, l'impact du poisson-lion sur leur biomasse dans les récifs (réduction annuelle de 33%) et estimons les pertes associées à la diminution des captures (voir Tableaux 1 à 5).

Les valeurs de captures des poissons à Saint Martin et Saint Barthélemy résultent d'extrapolations des valeurs de la Guadeloupe et de la Martinique.

Tableau 1: Pertes économiques annuelles liées à la réduction de biomasse de poissons-perroquets

	Guadeloupe	Martinique	Saint Martin	Saint Barthélémy
Réduction annuelle de biomasse (%)	12%			
Valeur annuelle du volume de poissons-perroquets au casier (euros/an)	1 317 000	168 790	48 299	36 646
Valeur annuelle du volume de poissons-perroquets à la senne (euros/an)	36 000	10 650	376	290
Valeur annuelle du volume de poissons-perroquets au filet fixe (euros/an)	6 000	150 020	594	449
Perte économique annuelle totale (euros/an)	163 080	39 535	5 912	4 486
Perte annuelle Antilles (euros/an)	213 013			

Source : Guyader et al., 2011 ; Reynal et al., 2011

Tableau 2 : Pertes économiques annuelles liées à la réduction de biomasse de poissons-chirurgiens

	Guadeloupe	Martinique	Saint Martin	Saint Barthélémy
Réduction annuelle de biomasse (%)	4%			
Valeur annuelle du volume de poissons-chirurgiens au casier (euros/an)	263 000	41 408	9 810	7 443
Valeur annuelle du volume de poissons-chirurgiens à la senne (euros/an)	29 000	0	234	180

Valeur annuelle du volume de poissons-chirurgiens au filet fixe, trémail (euros/an)	40 000	8676	185	140
Perte économique annuelle totale (euros/an)	13 280	2 003	409	311
Perte annuelle Antilles (euros/an)	16 003			

Source : Guyader et al., 2011 ; Reynal et al., 2011

En Guadeloupe, à Saint Martin et Saint Barthélémy la pêche de certains mérours (*Epinephelus morio*, *Mycteroperca tigris*, *Mycteroperca venenosa*) est interdite. Nous considérons par conséquent comme négligeable le volume de mérours issu de la pêche dans ces îles.

Tableau 3 : Pertes économiques annuelles liées à la réduction de biomasse de mérours

	Martinique
Réduction annuelle de biomasse (%)	4%
Valeur annuelle du volume de mérours au casier (euros/an)	67 619
Valeur annuelle du volume de mérours à la senne (euros/an)	0
Valeur annuelle du volume de mérours au filet fixe, trémail (euros/an)	581
Perte économique annuelle totale (euros/an)	2 728

Source : Guyader et al., 2011 ; Reynal et al., 2011

En Guadeloupe, à Saint Martin et Saint Barthélémy la pêche des vivaneaux à oreille noire (*Lutjanus buccanella*, *apodus et jocu*) de plus de 1kg est interdite. Nous considérons par conséquent comme négligeable le volume de vivaneau issu de la pêche dans ces îles.

Tableau 4 : Pertes économiques annuelles liées à la réduction de biomasse de vivaneaux

	Martinique
Réduction annuelle de biomasse (%)	6%
Valeur annuelle du volume de vivaneaux au casier (euros/an)	208 940
Valeur annuelle du volume de vivaneaux à la senne (euros/an)	44 763
Valeur annuelle du volume de vivaneaux au filet fixe, trémail (euros/an)	9 126
Perte économique annuelle totale (euros/an)	15 770

Source : Guyader, 2011 ; Reynal et al., 2011

Tableau 5 : Pertes économiques annuelles liées à la réduction de biomasse de gorettes

	Guadeloupe	Martinique	Saint Martin	Saint Barthélémy
Réduction annuelle de biomasse (%)	7%			
Valeur annuelle du volume de gorettes au casier (euros/an)	382 000	64 658	14 384	10 921
Valeur annuelle du volume de gorettes à la senne (euros/an)	89 000	59 049	1 194	919
Valeur annuelle du volume de gorettes au filet fixe, trémail (euros/an)	234 000	3 466	902	683
Perte économique annuelle totale (euros/an)	49 350	8 902	1 154	877
Perte annuelle Antilles (euros/an)	60 283			

Source : Guyader et al., 2011 ; Reynal et al., 2011

Finalement, le poisson-lion serait responsable de 308 000 euros de pertes annuelles du secteur de la pêche des Antilles françaises suite à la réduction de la biomasse des poissons des récifs. Cette estimation doit être considérée comme un minimum dans la mesure où le manque de données ne nous a pas permis d'évaluer l'impact du poisson-lion sur la totalité de la biomasse pour les autres poissons des récifs.

Outre l'impact direct du poisson-lion, sa présence dans les habitats est un facteur supplémentaire de pression sur les espèces exploitées commercialement. Le texte qui suit détaille les conséquences économiques de cette présence des poissons-lions dans les casiers à poisson.

d. Réduction des captures liée à la présence du poisson-lion dans les nasses

Les retours d'expérience de pêcheurs au casier ont mis en évidence que la présence d'un poisson-lion dans un casier empêche l'entrée de toute autre espèce dans le piège (Charlesir, comm. pers.). Ainsi, l'invasion du poisson-lion pourrait largement réduire les captures de poissons et crustacés de la pêche au casier, tant par la perte de biomasse de la prédation du poisson-lion que par l'effet du poisson-lion sur la capturabilité des autres espèces.

Or, les captures de poisson-lion sont de plus en plus importantes à mesure que l'invasion se fait plus intense. Des pêcheurs au casier reportent que leurs captures de poisson-lion concernent parfois la moitié de leurs casiers et que les captures par casier atteignent très souvent 5 à 6 kg de poisson-lion. Il n'est pas rare que ces captures atteignent 50 kg par marée, voire beaucoup plus. En 2013, le comité des pêches de Guadeloupe (CRPMEM-G) a considéré que les prises de poissons-lions étaient équivalentes à celles des mérus pour la pêche au casier. Par conséquent, le comité a estimé que la pêche professionnelle au casier capturerait annuellement plus de 50 tonnes de poissons-lions. En Guadeloupe, à Saint Barthélemy et à Saint Martin, les prises de poissons-lions représenteraient donc 9% de la production annuelle totale de la pêche au casier, plaçant ainsi le poisson-lion en 3ème position des poissons les plus capturés par la pêche au casier sur plus de 14 espèces (Guyader et al., 2011). En Martinique, nous comptons une prise de 6 810kg/an de mérus par an sur un volume total de 162 740 kg/an (Reynal et al., 2011). Les prises de poissons-lions représenteraient donc 4% de la production annuelle totale de la pêche au casier en Martinique.

Nous estimons dans cette partie les pertes économiques générées par la présence du poisson-lion par une réduction annuelle en valeur des captures de poissons et crustacés pour la pêche au casier. Afin d'estimer la réduction des captures de poissons commerciaux, nous évaluons la probabilité que le nombre de poissons pris dans les casiers soit nul. Nous avons évalué que 9% des captures au casier en Guadeloupe, à Saint Martin et Saint Barthélemy étaient des prises de poissons-lions. A cela s'ajoute l'effet d'effarouchement du poisson-lion.

Suite à ces estimations, nous faisons l'hypothèse que la probabilité d'une réduction de 100% des poissons commerciaux dans un casier est de 3% en Guadeloupe, à Saint Martin et Saint Barthélemy et de 1% en Martinique où les prises sont moindres.

D'après nos calculs fondés sur les données de l'Ifremer (2011), les pertes liées à ces moindres captures seraient estimées à plus 160 000 euros en Guadeloupe, à Saint Barthélemy et à Saint Martin. Nous évaluons de la même manière les pertes des pêcheurs en Martinique. Les résultats sont présentés au Tableau 6 suivant.

Tableau 6: Perte économique annuelle liée à la réduction de production de la pêche au casier

	Guadeloupe, Saint Barthélemy et Saint Martin	Martinique
Volume total annuel de la pêche au casier (kg/an)	553 000	162 740
Capture annuelle moyenne de poissons-lions au casier (équivalent mérou) (kg/an)	50 000	6 810
Réduction annuelle de capture de poissons/crustacés commerciaux	3%	1%
Valeur totale estimée (euros/an)	5 337 000	1 830 823
Perte économique annuelle totale (euros/an)	160 110	18 308
Perte annuelle Antilles (euros/an)	178 418	

Source : Guyader et al, 2011 ; Pascal, 2011 ; Reynal et al, 2011

Le poisson-lion serait à l'origine de 180 000 euros de pertes sur l'ensemble de la pêche au casier des Antilles françaises.

Les pertes économiques estimées ici ne sont pas totales car une partie des poissons-lions est commercialisée, ce qui compense les pertes liées à la baisse de captures des autres espèces. Mais cette commercialisation, en développement en Guadeloupe, est encore balbutiante en Martinique et à Saint-Martin. La commercialisation est totalement interdite à Saint Barthélemy en raison de la contamination à la ciguatera, les pertes sont donc totales pour ces pêcheurs. Mais cette espèce étant un prédateur important des espèces de récif, il est très probable que la contamination à la ciguatera intervienne sur les îles de Saint Martin et de Guadeloupe, où cette toxine est présente¹.

1.2 Temps de manipulation et d'évitement du poisson-lion

La manipulation du poisson-lion sur les navires représente un temps supplémentaire de travail pour les pêcheurs. Un pêcheur au casier passe en moyenne une heure sur une marée de six heures à neutraliser les poissons-lions présents dans ses nasses (d'après entretiens conduits auprès des pêcheurs (Charle Sir, comm. pers.; Francil ; comm.pers. ; Yoyotte, comm. pers.)). Les pêcheurs séparent les poissons-lions des autres poissons qu'ils placent ensuite dans un bac à part, les conservent dans de la glace et coupent leurs épines, la plupart du temps une fois à terre. Outre la pêche au casier, les techniques de pêches les plus exposées aux piqûres du poisson-lion sont la pêche au filet et à la senne de plage durant lesquelles les

¹ Aujourd'hui, le suivi de contamination opéré sur les poissons-lions de Saint Martin et Guadeloupe a permis d'autoriser la commercialisation, et des suivis réguliers sont réalisés pour ne pas risquer l'intoxication des consommateurs.

pêcheurs sont au contact direct avec le poisson-lion. Le risque de piqûres est d'ailleurs plus important dans ces deux derniers cas car les pêcheurs tirent sur les filets à mains nues sans remarquer la présence des poissons-lions.

Nous pouvons calculer le coût annuel associé au temps perdu par les pêcheurs professionnels à manipuler le poisson-lion (voir [Tableau 7](#)). Pour cette estimation, nous utilisons le nombre de sorties annuelles des navires multiplié par le coût d'un salarié occupé à manipuler le poisson-lion pendant une heure à chaque sortie. Le nombre de marées estimées à Saint Martin a été extrapolé à partir des chiffres disponibles pour la Guadeloupe.

Tableau 7: Coût annuel associé au temps perdu par les pêcheurs professionnels

	Guadeloupe et Saint Barthélémy²	Martinique	Saint Martin
Salaire minimum d'un pêcheur (euro/heure)	9,53		
Nombre de marées estimées par an au casier	14 810	11 206	659
Nombre de marées estimées par an à la senne	636	2095	22
Nombre de marées estimées par an au filet fixe/trémail	7812	4004	45
Coût annuel de la manipulation du poisson-lion (euros/an)	221 649	164 917	6 919
Total Antilles (euros/an)	393 485		

Source : Chambre Consulaire Interprofessionnelle Saint-Martin, 2014 ; Guyader et al, 2011 ; Reynal et al, 2011.

Le temps passé à manipuler le poisson-lion coûte annuellement près de 400 000 euros au secteur de la pêche professionnelle des Antilles françaises.

Finalement, le coût total annuel généré par l'impact du poisson-lion sur l'activité de pêche professionnelle se chiffre à 900 000 euros.

² Les données de nombre de marées regroupent la Guadeloupe et Saint Barthélémy.

2. Conséquences de l'invasion du poisson-lion sur le service de production halieutique des écosystèmes³

Outre les conséquences directes sur l'activité de pêche, l'invasion du poisson-lion déclenche des effets en cascade sur l'écosystème corallien (Silliman et Bertness 2002). Il affecte les réseaux trophiques marins de divers habitats en diminuant considérablement l'abondance (Albins et Hixon, 2008) et la diversité des espèces (Morris, J.A., Jr., et P.E. Whitfield, 2009). Il déstabilise l'équilibre écologique et, à terme, la structure des écosystèmes qui, par les fonctions écologiques qu'ils garantissent, fournissent à la communauté humaine de nombreux services. Le texte qui suit détaille les valeurs économiques associées à ces impacts sur les écosystèmes.

L'état de santé des écosystèmes marins des Antilles françaises est très préoccupant puisque 45% d'entre eux sont considérés comme dégradés en Martinique (Failler et al., 2010) et environ 36% des récifs de la Guadeloupe présentent des signes de nécroses (Bouchon et al., 2006). Depuis 20 ans, les écosystèmes marins des Caraïbes sont en constante dégradation : défrichement des mangroves et blanchissement des coraux, destruction mécanique et pollution des herbiers (Hily et al., 2010), disparition d'espèces comme les mérous rayés (Morris et Whitfield, 2009). Entre 1984 et 2005, la couverture corallienne des Caraïbes a diminué de 49% (Jackson et al., 2014). Dans les Antilles françaises, en 2005, une élévation exceptionnelle de la température de l'eau a réduit de 30 à 50 % la couverture des coraux (UICN France, 2013). Sur un site de la Martinique, en trois ans, la couverture des herbiers a régressé de 41% en raison du changement climatique et de l'augmentation du tourisme (Hily et al., 2010).

Les récifs offrent des eaux calmes indispensables au développement des herbiers et mangroves, c'est pourquoi on qualifie ces derniers d'écosystèmes « associés » aux récifs coralliens. Le poisson-lion est moins présent dans les herbiers que dans les récifs coralliens et les côtes rocheuses, où il trouve des abris dans les reliefs (Maréchal, comm. pers.). Il est également moins observé dans les mangroves (Claydon et al, 2012 ; Trégarot et al. 2015).

2.1 Le service de production halieutique des écosystèmes marins tropicaux

Les récifs coralliens abritent près de 190 espèces différentes de poissons en Guadeloupe et 150 en Martinique, les herbiers de Guadeloupe détiennent une centaine d'espèces contre 65 pour ceux de Martinique et une cinquantaine de poissons vivent dans les mangroves de Guadeloupe quand 87 espèces évoluent à proximité des mangroves de Martinique (Blanchet et al., 2002). Ces trois écosystèmes sont des lieux interconnectés dédiés à la reproduction, à l'alimentation et à la protection d'une multitude d'organismes souvent menacés : poissons, mollusques, oiseaux, mammifères marins, etc. Les écosystèmes coralliens représentent la plus importante production de biomasse de tous les écosystèmes du monde et abritent près d'un tiers des espèces de poissons marins (UICN, 2013). Parmi les poissons évoluant dans les mangroves, zones très riches en nutriments et support physique à la flore et à la faune tropicale, 17 espèces de poissons y trouvent un abri trophique (Binet et al., 2012) et d'autres un site de nurserie avant de poursuivre leur croissance dans d'autres habitats. Les herbiers, placés entre les récifs et les mangroves, représentent un lieu de passage pour des espèces migrantes (UICN, 2013). Ils constituent une source d'alimentation importante à de nombreux herbivores et un abri à de nombreux juvéniles d'espèces différentes (Failler et al., 2010).

3 Cette partie est largement inspirée de UICN (2013) ; Failler et al. (2010) et Binet et al. (2012).

Chaque écosystème est donc le support de productivité annuelle d'une biomasse sous-marine qui représente un service de biodiversité d'une certaine valeur économique. Pour estimer ce service, nous mesurons les impacts du poisson-lion sur le service de « production halieutique » des écosystèmes marins tropicaux dans la mesure où une partie de la biomasse sous-marine est déjà comptabilisée dans les pertes subies par la pêche professionnelle (voir partie II.1.1.1.a et b.). Pour éviter un double comptage, nous donnons une valeur approximative (et forcément partielle) de ce service via la valeur économique de la biomasse « capturable » par la pêche artisanale dans chacun des milieux marins (voir Tableau 8). La biomasse « capturable » et sa valeur économique ont été préalablement calculées dans le cadre de rapports sur les services écologiques de Martinique (Failler et al., 2010) et du Parc national de la Guadeloupe (Binet et al., 2012) via des transferts de fonctions de production depuis d'autres études réalisées dans les Caraïbes. Nous avons ramené ces valeurs aux surfaces des îles de Martinique, Guadeloupe, Saint Martin et Saint Barthélémy. Nous considérons, par ailleurs, que la productivité moyenne des écosystèmes est équivalente en Guadeloupe, à Saint Martin et Saint Barthélémy.

La biomasse « capturable » comprend les espèces pouvant se retrouver dans les engins de capture de la pêche artisanale (casiers, filets, sennes) ou être récoltées directement (langoustes, lambis). Les individus considérés comme « capturables » sont ceux qui peuvent être capturés par une nasse de maille 38 mm et conservés pour être commercialisés. On déduit ensuite de la biomasse « capturable » totale, la biomasse capturée par la pêche professionnelle, la pêche de loisir et la pêche de subsistance. On utilise, pour le calcul de valeur économique de la biomasse « capturable » non capturée, un prix moyen des captures de 10 €/kg et un coût intermédiaire de production de 1 €/kg (1000 €/tonne), soit 9 €/kg de valeur ajoutée brute .

Tableau 8: Valeur du service de production halieutique des récifs, herbiers, mangroves

Martinique	Récifs coralliens	Récifs de roche	Herbiers	Mangroves
Biomasse capturable (kg/km ² /an)	38 500	47 500	1 900	9 400
Surface (km ²)	26,75	29,12	49,74	20,63
Biomasse capturable (kg/an)	1 029 875	1 383 200	94 506	193 922
Biomasse capturée pêche professionnelle (kg/an)	605 000	605 000	36 000	33 000
Biomasse capturée pêche de plaisance (kg/an)	206 000	206 000	23 000	0
Biomasse pêchée pêche de subsistance (kg/an)	128 000	128 000	8 000	7 000
Biomasse capturable non pêchée (kg/an)	90 875	444 200	27 506	153 922
Valeur de la biomasse capturable totale non pêchée (€/an)	817 875	3 997 800	247 554	1 385 298
Total de la valeur de la biomasse capturable non pêchée (euros/an)	6 448 527			
Guadeloupe, Saint Martin et Saint Barthélémy	Récifs coralliens	Herbiers	Mangroves	
Biomasse capturable (kg/ha/an)	570	150	80	
Surface (ha) (Hily et al, 2010)	9 860	19 325	4 008	
Biomasse capturable (kg/an)	5 620 200	2 898 750	320 640	
Biomasse capturée par la pêche (kg/an) (Guyader et al, 2011)	3 767 700	118 980	103 116	
Biomasse capturable non capturée (kg/an)	1 852 500	2 779 770	217 524	
Valeur totale de la	16 672 500	25 017 930	1 957 716	

biomasse capturable non capturée (euros/an)			
Total de la valeur de la biomasse capturable non capturée (euros/an)	43 648 146		
Total Antilles (euros/an)	50 096 673		

Source : Andréfouët, 2008 ; Binet et al., 2012, Failler et al., 2010 ; Hily et al., 2010 ; Roussel, 2011

Les récifs, herbiers et mangroves des Antilles françaises rendent annuellement un service de biodiversité estimé à plus de 50 millions d'euros.

2.2 Impact du poisson-lion sur les services de production halieutique des récifs, herbiers et mangroves

Le poisson-lion exacerbe les effets de la surpêche qui réduit les populations de jeunes poissons-perroquets et poissons chirurgiens (Albins et Hixon 2013 ; Jackson, 2014). Le poisson-lion réduit d'environ 33% la biomasse d'espèces de récifs naturels des Bahamas en un an (Green et al., 2012). Il participe notamment à hauteur de 16% à la diminution des populations d'herbivores brouteurs qui consomment les algues fixées sur les structures solides des fonds marins (Bellwood et al. 2004; Mumby et al. 2007). En réponse à la réduction du nombre d'herbivores, la quantité d'algues s'accroît (Hughes et al., 2007 ; Lewis, 1986; Lirman, 2001; Randal, 1961;) et empêche le développement et le renouvellement des coraux (Albins et Hixon, 2011). Par rétroaction négative, la structure physique fournie par les macroalgues en croissance réduit d'autant plus l'activité de consommation des herbivores, facilitant ainsi l'expansion et la stabilité d'autres macroalgues sur les récifs coralliens (Hoey et Bellwood, 2011). La complexité architecturale conférée par les coraux est préférentiellement utilisée par les herbivores (Randall, 1965). Ces derniers évitent les larges et denses formations d'algues et à défaut, privilégient les territoires ouverts. De telles rétroactions additionnées au changement climatique et aux perturbations liées à l'activité humaine, perturbent fondamentalement les formations coralliennes (Hoey et Bellwood, 2011).

Un rapport alarmant de l'UICN (2014) identifie que la surpêche des herbivores notamment les poissons-perroquets a été la principale cause de disparition des récifs coralliens dans les Caraïbes jusqu'à maintenant. Il cite le poisson-lion comme facteur aggravant cette surpêche et dévoile également que si aucune mesure de conservation n'est prise pour protéger les récifs des Caraïbes ainsi que leurs ressources associées, ces derniers disparaîtront en seulement quelques dizaines d'années. Ainsi, si nous supposons que l'invasion du poisson-lion impacte les services de biodiversité rendus par les récifs à hauteur de 30% de leur valeur annuellement, nous pouvons estimer la perte économique causée par le poisson-lion dans ce milieu. Cette hypothèse de 30% est basée sur la référence de 33% de réduction annuelle de la biomasse du récif mesuré dans les Bahamas (Green et al., 2012).

Comme beaucoup d'espèces, le poisson-lion est susceptible de s'installer en premier lieu dans des habitats peu profonds avant de descendre vers les récifs plus profonds lorsqu'il a atteint une taille plus importante (Claydon et al, 2012). D'ailleurs, en 2010, des travaux scientifiques ont mis en évidence que les poissons-lions juvéniles étaient 2.6 fois plus abondants dans une zone de mangrove que dans une même zone de récif des Bahamas (Barbour et al., 2010). Dans la mangrove aussi, poissons-lions et mérous rayés juvéniles sont en concurrence pour l'habitat et la nourriture (Barbour et al., 2010). Il est très probable que sa présence menace également certaines familles de poissons comme les Scaridés et les Serranidés qui utilisent les mangroves comme des sites de nurserie (Mumby et al. 2004, 2007, Koenig et al. 2007). Les herbiers abritent également de nombreuses familles de poissons brouteurs, proies des poissons-lions

(Scaridés, Acanthuridés, Labridés) (Hily et al., 2010). La densité du poisson-lion dans les récifs des Antilles a été estimée dix fois plus importante que dans les herbiers et 159 fois plus conséquente que dans les mangroves (Claydon et al, 2012). Cependant, la valeur de biomasse « capturable » dans les mangroves ne tient pas compte des juvéniles, proies privilégiées des poissons-lions présentes en très grand nombre dans cet environnement nourricier. Par conséquent, en supposant un impact de 10% du poisson-lion sur les services biodiversité des herbiers et de 5 % sur ceux des mangroves, nous pouvons prédire la perte économique causée par le poisson-lion dans ces habitats (voir Tableau 9).

Tableau 9: Impact du poisson-lion sur la valeur de la biomasse « capturable » totale non capturée

Pertes de biomasse « capturable » non capturée	Guadeloupe, Saint Martin et Saint Barthélémy	Martinique
30% dans les récifs	5 001 750	1 444 703
10% dans les herbiers	2 501 793	24 755
5% dans les mangroves	97 886	69 265
Total des pertes de valeur du service biodiversité (euros/an)	7 601 429	1 538 723
Total Antilles (euros/an)	9 140 152	

L'impact de l'invasion du poisson-lion sur la biomasse « capturable » non capturée des Antilles induirait plus de 9 millions d'euros de pertes chaque année.

Ce changement de l'état des écosystèmes coralliens suite à l'impact du poisson-lion risque d'avoir une incidence négative sur le tourisme des Antilles françaises. Cet aspect est détaillé ci-après.

3. Conséquences de l'invasion du poisson-lion sur les activités de loisir

3.1 Conséquences pour la plongée sous-marine

Une réduction de la diversité et de la densité des poissons sur les récifs coralliens et une couverture corallienne diminuée réduisent l'attrait de la plongée. Une enquête par téléphone conduite auprès de clubs de plongée révèle que certains clubs de plongée sous-marine en Martinique réalisent depuis 3 ans des chasses hebdomadaires durant leurs sorties afin de préserver les récifs qu'ils fréquentent de l'invasion du poisson-lion.

Cette lutte contre l'invasion du poisson-lion est réalisée par des clubs de plongée et également par des bénévoles sur leur temps libre. Ce temps passé à chasser représente un coût d'opportunité important. Le coût d'opportunité des plongeurs désigne les pertes des biens auxquels ils ont renoncé en choisissant de passer leur temps à chasser le poisson-lion.

Lors de ces chasses à la foëne, un ou deux moniteurs prélèvent entre 30 et 70 poissons-lion en une heure (La Batelière, comm. pers.). Le nombre de poissons-lion capturés via la plongée sous-marine est estimé à 5 000 en moyenne par an en Martinique, après extrapolation d'un nombre reporté de captures de 15 000 entre 2011 et 2014 (Maréchal, comm.pers.). Le volume de poissons-lions prélevés par la pêche en Guadeloupe est 7,3 fois supérieur à celui de la Martinique (voir partie II.1.1.1.b.) ce qui suggère un nombre de poissons-lions plus conséquent autour de cette île. Cependant, en l'absence actuelle de données terrains concernant la mobilisation bénévole en Guadeloupe, nous considérons que le nombre de poissons-lions capturés bénévolement en Guadeloupe est équivalent à celui de la Martinique. Nous considérons que les plongeurs entraînés prélèvent en moyenne un minimum de 30 poissons-lions par heure en Guadeloupe et en Martinique. Nous faisons l'hypothèse que les poissons-lions ne sont pas prélevés par les opérateurs de plongée sous-marine à Saint Barthélémy et à Saint Martin où leur densité est moins importante et les sessions de chasse peu avérées (Maréchal, comm. pers.). Cette donnée nous permet de calculer le temps passé à chasser le poisson-lion (voir [Tableau 10](#)). Afin d'évaluer le coût du temps passé, nous émettons l'hypothèse basse qu'un salarié de club de plongée travaille pour un salaire minimum de 9,53 euros de l'heure.

Tableau 10 : Coût annuel associé au temps perdu lors de l'élimination des poissons-lions

	Guadeloupe	Martinique
Estimation du nombre de captures annuelles de poissons-lions	5 000	5 000
Temps passé à chasser le poisson-lion (heures/an)	167	167
Coût annuel du temps passé (euros/an)	1 592	1 592
Total Antilles (euros/an)	3 183	

L'élimination du poisson-lion dans les Antilles française présente un coût d'opportunité de près de 3 200 euros chaque année. La question du temps passé par les moniteurs reste à préciser car, d'après les entretiens menés, les moniteurs réalisent les chasses de poisson-lion sur leur temps de travail, mais ces chasses peuvent intervenir pendant les plongées avec palanquées, ou en dehors des plongées rémunérées. Il est donc possible que ce coût d'opportunité soit à modérer.

3.2 Conséquences de l'invasion du poisson-lion sur la pêche sportive

La pêche sportive au même titre que la pêche commerciale exploite certaines espèces de fonds compétitrices du poisson-lion comme les mérours (Coleman et al., 1999). Une enquête téléphonique (Cedric SNC Turbot Caraïbes, comm. pers.) révèle l'inquiétude des entreprises de pêche sportive quant à l'évolution future des stocks de mérours, vivaneaux et carangues suite à la constatation de l'invasion du poisson-lion. Mais aujourd'hui, les impacts constatés par ces entreprises n'est pas significatif. Les coûts pour l'activité de pêche sportive n'ont donc pas été évalués ici.

4. Synthèse des impacts du poisson-lion

L'invasion du poisson-lion dégrade la valeur des services d'approvisionnement et de support fournis par les écosystèmes tropicaux et entraîne des pertes économiques. Ainsi, les écosystèmes tropicaux fournissent des services d'approvisionnement et de support impactés par le poisson-lion dont la valeur économique est répertoriée ci-dessous (voir Tableau 11). Ces services, impactés de manière directe par le poisson-lion, sont estimés à 60 millions d'euros.

Les services de protection côtière et de traitement des eaux rendus par les récifs et herbiers peuvent potentiellement perdre de la valeur en raison de l'invasion du poisson-lion dans les Antilles françaises. En effet, le poisson-lion est susceptible de perturber ces services dans la mesure où il a la capacité d'induire

indirectement une réduction de la couverture corallienne au profit de la prolifération d'algues marines (voir partie II.1.1.1b)). En outre, les scaridés adultes peuvent également consommer une part considérable de la couverture végétale des herbiers marins (Unsworth et al., 2007). Une prolifération d'algues est également susceptible de survenir dans les herbiers en cas de réduction de ces populations d'herbivores. Cette prolifération peut altérer la croissance des herbiers (Hily et al., 2010). La valeur de ces services n'a pas été évaluée ici.

Tableau 11: Tableau récapitulatif des services écosystémiques des habitats marins côtiers impactés par le poisson-lion

Catégorie d'impact	Catégories de service	Services impactés et détails de l'impact		Effet du poisson-lion	Valeur total du service (euros/an)
Direct	Services d'approvisionnement <i>Production de biens</i>	Ressource alimentaire	Réduction des captures de poissons d'intérêt commercial causée par la présence du poisson-lion dans les casiers	+++	7 167 823
			Réduction des captures de poissons d'intérêt commercial causée par la compétition avec le poisson-lion	++++	2 745 375
	Services de support <i>Maintien du fonctionnement de l'écosystème</i>	Biodiversité ou « production halieutique »	Réduction de la biomasse « capturable » des récifs, mangroves et herbiers	++++	50 096 673

La partie qui suit décrit les coûts issus de l'impact direct du poisson-lion sur les écosystèmes tropicaux et sur les activités de pêche et de tourisme.

Le coût total généré par l'invasion du poisson-lion dans les Antilles françaises s'élève à plus de 10 millions d'euros par an (voir Tableau 12).

Les informations issues de la littérature économique et scientifique et des enquêtes de terrain font état d'un effet direct très préoccupant du poisson-lion sur les activités économiques de la pêche. Les conséquences économiques sur ce service d'approvisionnement représentent près de 907 000 d'euros soit 9 % du coût total. Néanmoins, les pertes économiques les plus conséquentes en valeur concernent l'impact de cette invasion sur les services de biodiversité. En effet, l'impact sur le service de production halieutique rendu par les récifs, herbiers et mangroves est prépondérant puisqu'il couvre 91% du coût total. De plus, le service de production de biodiversité est nécessaire à la production de tous les autres services. Il s'agit d'un service qui se rapporte également aux activités de pêche, car le maintien de la biodiversité, évalué à partir de la valeur de la biomasse capturable non capturée, représente un potentiel futur de capture par la pêche pour les années à venir. Par ailleurs, les soins médicaux associés aux piqûres de poissons-lions sont conséquents (Dr Cerland, n.d.). Ils engendrent des coûts que nous n'avons pas pu prendre en compte dans cette étude en raison d'un manque de données économiques sur le sujet.

Si rien n'est fait pour freiner cette invasion et en réduire les effets, cette valeur estimée augmentera chaque année. A terme, c'est toute la filière pêche qui est menacée ainsi qu'une partie des services fournis par les récifs coralliens. Considérant les effets à court terme mesurés dans les Bahamas sur la biomasse des récifs (Albins et Hixon, 2008 ; Green et al, 2012), le poisson-lion entraîne une disparition rapide et drastique de la biodiversité en poissons des îles des Antilles.

Tableau 12: Tableau récapitulatif des pertes liées aux impacts directs

Euros/an	Guadeloupe, Saint Martin, Saint Barthélemy	Martinique	Total des pertes	Part des pertes (%)
Pertes liées à la réduction de biomasse des poissons récifaux dans les casiers, sennes, filet 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 suite à 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

La suite de l'étude s'intéresse plus particulièrement à une analyse coût-bénéfice de la lutte contre le poisson-lion.

III. ANALYSE COUT-BENEFICE DE LA LUTTE CONTRE LE POISSON-LION

A l'heure actuelle, l'invasion du poisson-lion ne peut être enrayée (Barbour et al., 2011). L'objectif d'un processus de lutte raisonnée réside dans le contrôle des populations de poissons-lions et leur maintien sous un certain seuil qui empêche la prolifération de l'espèce invasive (Barbour et al., 2011 ; Green et al., 2014 ; Morris et al., 2011). Une étude réalisée pendant un an et demi dans les Bahamas a conclu qu'une suppression de 75 à 95 % des populations de poissons-lions était nécessaire pour éviter une surconsommation des poissons des récifs (Green et al., 2014). Dans les récifs où ce seuil est respecté, la biomasse de poissons commerciaux et de poissons brouteurs augmente alors à nouveau de 10 à 65 % (Ibid). Si ces mécanismes de seuil semblent fonctionner sur des récifs isolés, ils ne semblent pas efficaces dans les récifs et zones rocheuses continues le long des côtes. En effet, en Martinique, une pression de contrôle mensuelle sur le site de Fond Boucher a montré que la population ne décroissait pas, malgré l'effort de chasse (Maréchal, comm.pers.). L'analyse coût-bénéfice qui suit évalue les coûts estimés des différentes stratégies de lutte envisagées et les rapproche des bénéfices procurés par cette lutte sur un horizon temporel de 5 ans. Ce pas de temps court de 5 ans a été choisi en raison du développement très rapide du poisson-lion sur un ou deux ans et de l'incertitude quant à l'évolution des écosystèmes dans le temps et les connaissances encore lacunaires sur l'impact à long-terme de l'invasion du poisson-lion sur les écosystèmes coralliens.

Nous considérons dans cette partie trois scénarios présentant des stratégies de lutte différentes. Chaque stratégie influence différemment l'impact du poisson-lion sur la pêche et le tourisme⁴. Ces impacts génèrent des coûts et des bénéfices annuellement. Pour chaque scénario, nous calculons, dans un premier temps, les flux nets actualisés annuels engendrés par les bénéfices et les dépenses sur les cinq années prises en compte dans notre modèle. Nous comparons ensuite les différents scénarios entre eux via la valeur actualisée nette. La valeur actualisée nette (VAN) est la somme des valeurs économiques actualisées⁵ pour la période 2015-2019 diminuée des investissements initiaux.

$$VAN \text{ d'un scénario} = \text{Flux nets actualisés} - \text{Investissement initial des stratégies considérées dans le scénario}$$

Les bénéfices des stratégies de lutte contre le poisson-lion sont issus de la comparaison des VAN entre elles.

1. Scénario d'évolution 0

Le scénario 0 établit l'évolution des coûts et bénéfices associés à l'invasion du poisson-lion si aucune mesure de lutte n'est mise en place. Nous modélisons les bénéfices et les dépenses liés au poisson-lion sur 5 ans. Elles concernent le secteur de la pêche professionnelle et de loisir. Dans ce scénario comme dans

⁴ Dans cette partie, nous ne considérons pas les bénéfices issus des services écosystémiques (biodiversité, protection côtière et traitement des eaux) dans la mesure où l'impact du poisson-lion sur ces valeurs ne peut être anticipé sur le long terme en raison d'un manque de données économiques sur le sujet. Cet aspect mériterait une étude quantitative plus aboutie pour pouvoir être traduite par une évaluation économique.

⁵ Le taux d'actualisation rend compte de la dépréciation de la valeur dans le temps. Il est fixé à 4%, valeur généralement admise dans la littérature pour l'évaluation économique des écosystèmes (Van Beukering et al., 2003) et valeur de référence fixé pour l'évaluation de projets en environnement (Quinet, 2013).

ceux qui suivent, nous ne considérons pas la commercialisation des poissons lions dans le calcul des valeurs actualisées nettes. Les recettes issues de la commercialisation du poisson-lion ne dépendent pas du scénario de lutte choisi donc ne peuvent pas être pris en compte dans le calcul de la VAN qui compare les gains issus d'un projet d'investissement.

Nous avons estimé que le poisson-lion est à l'origine de 33% de réduction annuelle de la biomasse des récifs (Green et al., 2012). En l'absence de modélisations précises des populations de poissons-lions dans le temps, nous faisons l'hypothèse que la densité de poisson-lion augmente de 10% la première année, de 20% la seconde année, de 30% la troisième année, de 40% la quatrième année et de 50% la cinquième année. Ainsi, la pression exercée par le poisson-lion sur la biomasse suit la même tendance d'augmentation chaque année. Le temps passé par les pêcheurs à manipuler le poisson-lion s'accroît de la même manière d'année en année.

1.1 Bénéfices liés aux captures de poissons commerciaux après prédation et présence dans les casiers du poisson-lion

En l'absence d'intervention, la production de la pêche professionnelle diminue suite à la prédation grandissante du poisson-lion et à sa présence dans les engins de pêche qui réduit les captures de poissons commerciaux.

Nous estimons les bénéfices annuels issus des captures de poissons commerciaux comme les poissons-perroquets, les poissons-chirurgiens, les mérours, les vivaneaux et les gorettes en considérant une augmentation de 10 % la première année, puis de 20 % la seconde année, de 30% la troisième, de 40% la quatrième et de 50 % la dernière année de l'impact du poisson-lion sur la production de la pêche (voir Tableau 13).

Dans cette partie, nous comptabilisons les bénéfices des captures de pêche au casier, senne et filet en Guadeloupe, en Martinique, à Saint Martin et Saint Barthélémy (calculés dans la partie II.1.1.1.a) après impact de prédation par le poisson-lion. Nous prenons également en compte les pertes de captures liées à sa présence dans les casiers (voir Tableau 14). La présence du poisson-lion dans les casiers augmente de la même manière de 10% la première année, puis de 20% la seconde année etc.

Dans la section II.1.1.1.a, nous avons évalué l'impact du poisson-lion sur la production en 2014. Il est de 12% pour les poissons-perroquets, 4% pour les poissons-chirurgiens et les mérours, 6% pour les vivaneaux et 7% pour les gorettes.

Tableau 13: Pertes de capture associées à la présence du poisson-lion dans les casiers sur les quatre îles

	Valeur annuelle de production (euros/an)	Réduction annuelle des captures 2014 (%)	Pertes 2014 (euros)	Pertes 2015 Réduction de 10%	Pertes 2016 20%	Pertes 2017 30%	Pertes 2018 40%	Pertes 2019 50%
Guadeloupe, Saint Martin, Saint Barthélémy	5 337 000	3	160 110	176 121	211 345	274 749	384 648	576 972
Martinique	1 830 823	1	18 308	20 139	24 167	33 592	47 029	70 543
A= Pertes totales Antilles			178 418	196 260	235 512	308 341	431 677	647 515

(euros/an)							
Pertes totales 2015-2019 (euros)	1 819 305						

La présence du poisson-lion dans les casiers entraîne des pertes atteignant près de 2 millions d'euros entre 2015 et 2019.

Le Tableau 14 retrace les bénéfices issus des captures de la pêche commerciale en Guadeloupe, Martinique, à Saint Martin et Saint Barthélemy (voir partie II.1.1.1.a.iii.).

Tableau 14: Bénéfices liés aux captures de poissons commerciaux sur les quatre îles après prise en compte de la prédation et de la présence des poissons-lions dans les casiers

	Valeur de production 2014 (euros/an)	Impact de prédation du poisson-lion sur la production 2014 (%)	Valeur de production après impact 2014	2015 Réduction de 10%	2016 20%	2017 30%	2018 40%	2019 50%	% de perte en biomasse 2015-2019	Total des bénéfices 2015-2019 (euros)
poissons-perroquets	1 775 114	12	1 562 101	1 355 904	1 141 129	917 559	665 884	332 942	75	4 413 418
poissons-chirurgiens	400 076	4	384 073	367 174	347 787	323 915	297 919	262 054	29	1 598 849
Mérus	68 200	4	65 472	62 591	59 286	53 996	47 251	38 397	39	261 521
Vivaneaux	262 829	6	247 059	230 753	212 477	190 600	163 126	127 856	45	924 812
Gorettes	861 176	7	800 893	739 224	670 920	590 329	491 055	367 185	50	2 858 713
B= Total des bénéfices des captures après prédation du poisson-lion (euros)			3 059 618	2 755 646	2 431 599	2 076 399	1 665 235	1 128 434	59	10 057 313
C=Total des bénéfices issus des captures de poissons commerciaux : après prédation et présence du poisson-lion dans les casiers =B-A			2 881 200	2 559 386	2 196 087	1 768 058	1 233 558	480 919	81	8 238 008

La valeur de la pêche commerciale s'élève à 8,7 millions d'euros au bout de 5 ans d'invasion du poisson-lion. Sur cette période, le poisson-lion est responsable d'une réduction de 81% des captures de poissons commerciaux.

1.2 Prise en compte du service de production halieutique des écosystèmes marins

L'augmentation de la population de poissons-lions exacerbe la pression qu'il exerce sur les écosystèmes coralliens et associés. Nous utilisons la biomasse capturable non pêchée afin d'établir la valeur du service biodiversité des récifs, herbiers et mangroves. Toutefois, les pertes de la biomasse capturable non pêchée sur un horizon temporel de 5 ans sont déjà comptabilisées dans les pertes de la pêche (voir partie II.1.1.1.b). Cependant, la prédation du poisson-lion impacte également des espèces non commercialisées des écosystèmes coralliens et associés. Mais, en l'absence de données économiques sur ces espèces, nous ne pouvons évaluer l'impact du poisson-lion sous forme de valeur économique.

1.3 Coûts liés au temps passé par les pêcheurs et les plongeurs volontaires

L'invasion non contrôlée du poisson-lion génère des coûts croissants liés au temps passé à manipuler ou à chasser l'espèce.

a. Coûts liés au temps passé par les pêcheurs lors de la manipulation du poisson-lion

Dans ce scénario, nous faisons l'hypothèse que le temps consacré par les pêcheurs à neutraliser le poisson-lion augmente de 10% la première année, de 20% la deuxième, de 30% la troisième, de 40% la quatrième et de 50% la cinquième, suivant l'évolution de la biomasse de poisson-lion. En 2014, les pêcheurs passent en moyenne 1h à neutraliser le poisson-lion sur 6 heures de marées. Le nombre de marées annuelles des navires de pêche aux casiers, sennes et filets est estimé à 41 289 (partie II.1.1.1.c). Nous pouvons évaluer le coût lié au temps perdu en prenant en compte un salaire minimum des pêcheurs de 9,53 euros par heure passée à neutraliser le poisson-lion (soit 41 289 heures par an) (voir Tableau 15).

Tableau 15: Coûts liés au temps passé par les pêcheurs des quatre îles à neutraliser les poissons-lions

	2014	2015 Augmentation de 10%	2016 20%	2017 30%	2018 40%	2019 50%
Coût journalier associé au temps passé à manipuler pour un navire de pêche (euros)	9,53	10,5	12,6	16,4	22,9	34,4
Coût associé au temps passé par les pêcheurs (euros/an)	393 484	433 535	520 241	677 140	945 518	1 420 342
Coût total 2015-2019 (euros)	3 996 776					

Le temps passé à neutraliser le poisson-lion coûterait près de 4 millions d'euros aux pêcheurs des Antilles françaises pendant les 5 années considérées, avec une augmentation exponentielle de la présence de poissons-lions. Bien entendu, ces chiffres supposent que le poisson-lion ne serait pas commercialisé et que ce temps passé le serait en pure perte. Il conviendrait de relativiser cela dans le cas où la commercialisation est autorisée.

b. Coûts associés au temps passé lors des chasses bénévoles au poisson-lion

Nous supposons que le nombre de captures de poissons-lions croît de 10% la première année, de 20% la deuxième, de 30% la troisième, de 40% la quatrième et de 50% la cinquième, suivant l'évolution de la population de poisson-lion. Par conséquent, dans la mesure où l'efficacité de capture reste constante (en moyenne 30 poissons-lions par heure), le temps passé à chasser le poisson-lion par les bénévoles et plongeurs professionnels en Guadeloupe et en Martinique (II.1.1.1.a.) pour limiter l'impact de l'invasion sur les lieux de plongée, augmente de manière semblable chaque année. Afin de calculer le coût

d'opportunité des plongeurs bénévoles, nous utilisons le salaire minimum (9,53 euros/heure) (voir Tableau 16). Nous faisons ici l'hypothèse que la mobilisation bénévole est proportionnelle à l'augmentation de la population de poissons-lions. Le nombre de personnes habilitées par arrêté préfectoral à chasser le poisson-lion est en augmentation au cours des ans et augmentera dans l'avenir.

Tableau 16 : Coûts associées au temps passé par les bénévoles à éliminer les poissons-lions en Guadeloupe et en Martinique

	2014	2015 Augmentation de 10%	2016 20%	2017 30%	2018 40%	2019 50%
Estimation du nombre de captures annuelles de poissons-lions	50 000	55 000	66 000	85 800	120 120	180 180
Temps passé à chasser le poisson-lion (heures/an)	1 667	1 833	2 200	2 860	4 004	6 006
Coût annuel du temps passé (euros/an)	15 887	17 468	20 966	27 256	38 158	57 237
Coût total 2015-2019 (euros)	192 859					

En 5 ans, le temps passé à chasser le poisson-lion par les bénévoles augmente de 61%. Le coût d'opportunité associé au temps passé par les bénévoles atteint 192 859 euros.

1.4 Synthèse de l'analyse coût-bénéfice du scénario 0

Les flux annuels nets actualisés sont obtenus en soustrayant les coûts aux bénéfices et en prenant en compte le taux d'actualisation. Dans ce scénario, aucune stratégie de lutte n'est mise en place donc le coût de l'investissement initial est nul.

La valeur actualisée nette du scénario 0 est de 3,9 millions d'euros (voir Tableau 17). Dans ce scénario, le poisson-lion contribue à une réduction de 81% des captures de pêche. Ces pertes sont associées à une réduction considérable de la biomasse capturable. Les estimations calculées montrent que d'ici peu, l'altération des communautés coralliennes et structures associées sera totale. Sans intervention humaine, la densité des poissons-lions continuera à augmenter jusqu'à ce que les ressources marines se raréfient par compétition intra-spécifique et interspécifique et via la pression de pêche. Par ailleurs, à mesure que la densité croît, les piqûres causées par le poisson-lion se feront plus fréquentes et les coûts de santé associés à la prise en charge des malades seront plus importants (Morris et Whitfield, 2009).⁶

⁶ L'absence de données sur le sujet ne nous a pas permis d'évaluer le coût des soins médicaux associés aux piqûres.

Tableau 17 : Valeur actualisée nette du scénario 0

(Euros)	2015	2016	2017	2018	2019
Bénéfices liés aux captures de poissons commerciaux après prédation et présence dans les casiers du poisson-lion	2 559 386	2 196 087	1 768 058	1 233 558	480 919
Coûts liés au temps passé par les pêcheurs à manipuler des poissons-lions	433 535	520 241	677 140	945 518	1 420 342
Coûts associés au temps passé à éliminer des poissons-lions	17 468	20 966	27 256	38 158	57 237
Flux nets actualisés (4%)	2 027 291	1 530 030	945 592	213 600	-819 182
Investissement initial	0				
Valeur actualisée nette	3 897 331				

Le scénario qui suit met en avant un ensemble de stratégies de lutte complémentaires qui assurent le contrôle des poissons-lions, la prévention de la population locale et la restauration d'une partie de la biomasse marine.

2. Scénarios de lutte 1

Le contrôle de la biomasse des poissons-lions et de ses impacts nécessite une exploitation annuelle intense, ciblée et répétée sur plusieurs années (Arias-González et al., 2011 ; Barbour et al., 2011, Morris et al., 2011). L'exploitation en vue de la commercialisation paraît être l'option la plus efficace dans la mesure où la rascasse, équivalent du poisson-lion dans les eaux plus tempérées, est réputée être un met délicat dans la cuisine française et méditerranéenne (Morris et Witfield, 2009). Tous les ans, environ 250 000 poissons-lions sont pris dans les casiers de Guadeloupe, Saint Martin et Saint Barthélemy (Saha et al., 2012). En Martinique, les prises de mérus au casier représentent 6 810 kg/an (cf. section II.1.1.1.b)). Sachant que le poids moyen d'un poisson-lion est de 200g, nous estimons à 34 050 le nombre de poissons-lions capturés par la pêche au casier en Martinique. La pêche au casier aux Antilles françaises capturerait environ 284 050 poissons-lions par an. Il est estimé que 27 à 65 % de la population de poissons doit être régulièrement capturée afin de garantir une réduction de la population globale (Barbour et al., 2011 ; Morris et al., 2011). Toutefois, l'arrêt de ces prélèvements entraîne un retour très rapide des poissons-lions (Arias-González et al., 2011; Barbour et al., 2011). Ce retour est observé partout sauf dans les zones récifales isolées par des fonds sableux ou vaseux de large superficie (Maréchal, comm. pers.)

Si la valorisation du poisson-lion par la commercialisation est une aubaine pour certains pêcheurs, elle présente le risque de favoriser à long- terme l'expansion de l'espèce invasive dans les Antilles au regard des profits économiques locaux possibles (Morris et Witfield, 2009). Il n'est pas recommandé d'établir une dépendance économique à la commercialisation du poisson-lion dans la mesure où l'objectif initial est de rétablir les populations des autres poissons commerciaux actuellement menacés. De plus, l'exploitation

intense du poisson-lion pose également le problème d'une surexploitation des espèces natives locales étant donné que les engins de pêche sont peu sélectifs. Par ailleurs, les techniques de pêches au poisson-lion sont limitées aux casiers, aux sennes de plage et aux filets fixes car l'espèce vit préférentiellement près des fonds côtiers et mord peu à l'hameçon (Cedric SNC Turbot Caraïbes, comm. pers.). Ainsi, l'efficacité des prélèvements est moindre puisque le poisson-lion peut se réfugier dans les zones non exploitées (profondeur de plus de 100 mètres) (Barbour et al., 2011).

La commercialisation est interdite à Saint Barthélémy, où le poisson abonde. Pour ces zones où le poisson-lion présente un risque de contamination par la ciguatera, la commercialisation n'est pas possible et la motivation des pêcheurs pour prélever le poisson-lion est nulle. Pour ces zones, et à peu de frais compte-tenu de l'efficacité des prélèvements par les pêcheurs professionnels, ces derniers pourraient être encouragés à prélever les poissons-lions contre un défraiement pour service rendu à l'environnement. D'ailleurs, un dispositif similaire appelé Contrat Bleu a été mis en place, depuis 2008, dans le cadre du plan ministériel pour une Pêche Durable et Responsable (Ifremer, 2011). Ce mécanisme, alimenté par le Fond Européen pour la Pêche (FEP), engage les pêcheurs à différentes mesures dont un échantillonnage d'espèces capturées dans le cadre de la pêche commerciale. Les aires marines protégées des Antilles françaises, les zones de cantonnement de pêche et les aires contaminées par la chlordécone constituent également des zones de reconstitution des stocks de poissons-lions. Afin de minimiser l'effet « réservoir » de ces aires protégées, les prélèvements ciblés par des plongeurs professionnels ou plongeurs bénévoles semblent une solution complémentaire à la pêche professionnelle (Morris et Witfield, 2009).

L'efficacité de l'invasion du poisson-lion est en grande partie dû au manque d'information du public quant aux effets des espèces exotiques sur les écosystèmes marins (Côté et al., 2013). La communication sur le poisson-lion est primordiale afin d'impliquer tous les acteurs de la société dans la lutte. Elle doit alerter les consommateurs, les touristes et les professionnels de la mer sur l'ampleur du phénomène, ses conséquences et la marche à suivre pour enrayer l'invasion. Chacun peut être engagé à agir à son niveau en faveur d'une alternative écologique (Morris et Witfield, 2009). A titre d'exemple, les pratiques des pêcheurs à la langouste blanche ont une influence non négligeable sur l'invasion dans la mesure où ils travaillent dans des zones sableuses peu profondes et dans des herbiers qui hébergent des poissons-lions (Claydon et al. 2012). En outre, ces pêcheurs, victimes de la pêche illégale (Henderson, 2012), ont tendance à déployer de plus en plus de casiers à langoustes afin de palier leur manque de production. Or, ces nasses partiellement vides sont des habitats appropriés pour les poissons-lions en transit dans les milieux ouverts (Henderson, 2012). Sur le plan local, des actions de sensibilisation et de communication se sont révélées payantes dans plusieurs pays des Caraïbes où des plongeurs bénévoles contribuent régulièrement aux prises de poissons-lions (Barbour et al., 2011). Depuis 2009, des « derbys » sont organisés annuellement dans les Abacos. L'organisation d'un tournoi sur une journée peut permettre de capturer entre 1 000 et 3 000 poissons-lions en fonction de l'ampleur de l'évènement (REEF, n.d.).

Le premier scénario envisageable de contrôle du poisson-lion inclut trois stratégies :

- Un contrôle par la pêche commerciale qui valorise cette espèce;
- Des campagnes de communication et de sensibilisation des touristes et populations locales ainsi que des programmes de coopération régionale ;
- Des prélèvements réguliers par le biais des plongeurs dans des zones denses en poissons-lions comme des aires marines protégées et par des pêches sélectives de poisson-lion réalisées par les pêcheurs professionnels.

Ci-dessous, nous calculons sur 5 ans les coûts de l'investissement pour les stratégies de lutte précédemment citées. Nous considérons toutefois que la valorisation par la pêche commerciale n'engage pas d'investissements supplémentaires.

Ensuite, nous évaluons les bénéfices et les coûts associés au moindre impact du poisson-lion sur les activités de pêche et de tourisme.

2.1 Coût initial d'investissement

a. Coût de la communication autour du poisson-lion

Les campagnes de communication autour de l'invasion du poisson-lion sont primordiales afin de mobiliser tous les acteurs de la pêche et du tourisme dans une dynamique de lutte volontaire. Ces campagnes comprennent notamment un volet équipement des professionnels de la pêche et de la plongée, un volet de coopération régionale et un volet sensibilisation du public à travers la mise en place de « derby ».

i. Coûts associés à la sécurité de la pêche professionnelle

Les pêcheurs sont particulièrement exposés au risque de piqûre par les 18 épines venimeuses du poisson-lion. Sa manipulation nécessite un équipement adapté afin de prévenir et traiter les accidents.

Dans le cadre de la « Stratégie coordonnée de prévention et de lutte par la pêche professionnelle contre le poisson-lion en Guadeloupe et dans les Collectivités de St-Martin et St-Barthélemy », le CRPME de Guadeloupe a recensé les flottilles de pêche les plus concernées par la capture du poisson-lion : 400 navires de pêche côtière (caseyeurs surtout) avaient besoin de gants et ciseaux et une cinquantaine d'autres navires souhaitaient des foënes. Dans ce contexte, 95% des navires de pêche concernés ont été équipés en 2013 (Saha et al., 2013).

Les dépenses de prévention pour la Guadeloupe, Saint Martin et Saint Barthélemy ont été de 26 065 euros. Nous pouvons estimer le coût annuel de la sécurité du secteur de la pêche professionnelle en Martinique à 35 644 euros, en extrapolant les données disponibles en Guadeloupe à partir du nombre de navires côtiers (caseyeurs surtout) à équiper (voir Tableau 18).

Nous considérons que les dépenses associées à la prévention couvrent les 5 années de notre évaluation.

Tableau 18: Coûts de prévention du secteur de la pêche professionnelle sur les quatre îles

	Guadeloupe, St Martin et St Barthélemy	Martinique	Coût total (euros)
Nombres de caseyeurs concernés	400	547	947
Coût annuel de la prévention et de la sécurité (euros)	26 065	35 644	61 709

Source : Reynal et al., 2011 ; Saha et al, 2013, Guyader et al, 2011.

Au total, le coût des équipements des pêcheurs pour réduire les risques liés à la manipulation du poisson-lion s'élèvent à près de 62 000 euros.

ii. Coûts associés à la sécurité de la plongée professionnelle

Les plongeurs professionnels sont amenés à chasser régulièrement les poissons-lions de leurs zones d'excursions. Pour faciliter les chasses, les pouvoirs publics ont fourni un kit aux clubs de plongée de Martinique (La Batelière, comm. pers.). L'ensemble du kit composé d'une foëne et d'un tube PVC vaut 78,5euros. Nous pouvons estimer le coût de l'équipement des clubs de plongée dans les Antilles françaises en extrapolant les dépenses réalisées en Martinique au reste des Antilles françaises (voir

Tableau 19). Nous considérons que ces dépenses couvrent l'utilisation du kit sur 5 ans.

Tableau 19 : Coûts de prévention du secteur de la plongée

	Guadeloupe	Martinique	Saint Barthélémy	Saint Martin	Coût total (euros)
Nombres de clubs concernés	40	30	6	8	84
Coût de la prévention et de la sécurité des plongeurs (euros)	3 140	2 355	471	628	6 594

Les dépenses associées à la sécurité des plongeurs sont de 6 600 euros sur les 5 années considérées.

iii. Coût associé à un programme de lutte coordonnée et de coopération régionale

La lutte coordonnée contre le poisson-lion nécessite différentes étapes :

- Approfondir et poursuivre les analyses scientifiques

Etant donné l'évolution temporelle et spatiale inconnue des contaminations à la ciguatera et à la chlordécone, il convient de continuer les analyses de toxicité au niveau régional. Par exemple, les analyses non concluantes de détection de la ciguatera menées à Saint Martin doivent être réitérées. En outre, les données précisant les impacts du poisson-lion sur les captures de pêche sont insuffisantes. Au vu de l'invasion, il est nécessaire que le poisson-lion intègre les statistiques halieutiques du SIH dans les Antilles françaises (Saha et al., 2013). Ces données pourront aider à évaluer l'évolution des populations de poissons-lions et son impact sur les rendements de la pêche.

- Diffuser une information correcte sur les caractéristiques du poisson-lion et en faire la promotion

Il est important d'alerter le consommateur sur la possibilité d'une consommation écocitoyenne. Par ailleurs, il paraît primordial de continuer la valorisation du poisson-lion auprès des consommateurs par des campagnes marketing (manifestations publiques, reportages etc.). Ces programmes visent particulièrement la commercialisation dans les supermarchés et les restaurants gastronomiques (Saha et al., 2013).

- Partager les expériences au sein de la région Caraïbe

Etant donné l'échelle spatiale de l'invasion du poisson-lion, la coopération régionale est essentielle pour réaliser une lutte efficace. Un travail coordonné permet le partage de données scientifiques et de pratiques ainsi que des réflexions sur les actions à entreprendre. La mise en réseau des acteurs et des méthodes doit encourager une adhésion générale des filières dans le processus de lutte, en particulier celle de la Martinique qui reste en retrait. Des ateliers-débats et conférences rassemblant plusieurs pays et organismes spécialisés (REEF, NOAA, CRPMEM) ont déjà été organisés dans les Caraïbes et en Amérique du Sud.

Afin d'estimer le coût moyen d'une campagne de coopération dans les Antilles françaises, nous faisons référence à deux projets qui ont d'ores et déjà amorcé un programme de lutte similaire:

- o la Stratégie coordonnée de prévention et de lutte par la pêche professionnelle contre le poisson-lion en Guadeloupe et dans les Collectivités de St-Martin et St-Barthélemy (2012-2013) mise en place par le CRPMEM ;
- o Le projet POLiPA, porté par l'OMMM qui propose notamment un programme d'animation et de mise en réseau des Antilles françaises.

Les dépenses associées à la lutte coordonnée et à la coopération régionale en Guadeloupe et le budget du projet PoliPA s'élèvent respectivement à 86 835 euros et 140 000 euros sur 2 ans. Nous considérons que ces dépenses n'incluent pas les volets « prévention » dont nous avons pris en compte les mesures dans la partie II.2.2.1.a.

Pour toutes les actions envisagées dans le cadre d'un programme de lutte coordonnée et de coopération régionale, nous estimons à 853 000 euros les besoins en financement sur une période de 5 ans.

iv. Mise en place de concours de chasse au poisson-lion

Les concours de chasse sous-marine ont une efficacité limitée sur le plan écologique (en moyenne 1 000 prises par an) mais ils permettent de sensibiliser les communautés insulaires sur l'invasion du poisson-lion. En effet, elles encouragent les plongeurs bénévoles à des comportements responsables au quotidien vis-à-vis de l'invasion. Ainsi, on estime que plus de 200 000 poissons-lions sont chassés gratuitement chaque année par des volontaires dans toutes les Antilles françaises (partie II.1.1.3.b)). En Martinique, un concours de chasse au poisson-lion a été organisé par un magasin de pêche. Les vainqueurs ont pêché 360 poissons-lions en 3h de chasse (La Batelière, nd). La préparation d'un événement de ce genre se fait sur 6 mois et coûte entre 20 000 et 30 000 euros lorsqu'il inclut une importante campagne de communication, des lots et des dégustations (Maréchal, comm. pers.). Au vu du succès limité de ce type d'évènement dans les Antilles françaises et de son coût d'organisation important, des problèmes liés aux assurances des plongeurs, nous proposons de limiter le nombre de concours à une manifestation par an. Afin de favoriser l'efficacité de l'évènement, il est recommandé de le mettre en place dans les Aires Marines Protégées où les poissons-lions ne sont pas pêchés. Ces actions de sensibilisation coûtent 125 000 euros pour les 5 années considérées.

En conclusion, l'investissement nécessaire pour la stratégie de communication contre le poisson-lion s'élève à 978 000 euros. D'autres stratégies peuvent également être mises en place. Nous évaluons ci-dessous le coût des chasses effectuées mensuellement par des plongeurs mandatés ainsi que l'investissement nécessaire à l'indemnisation des pêcheurs de Saint Barthélémy et Saint Martin pour service rendu à l'environnement.

b. Coûts des chasses ciblées par des plongeurs professionnels

Certaines zones maritimes sont interdites à la pêche commerciale et peuvent devenir des réservoirs à poissons-lions. Or, le maintien d'une population stable de poisson-lion nécessite des prélèvements importants et ciblés en particulier dans les zones refuges potentielles pour les poissons-lions. Pour cela, nous estimons le coût de l'intervention régulière de deux plongeurs professionnels équipés. Ce coût est estimé à 1 000 euros par jour et 2 000 euros par ha. En considérant deux jours de travail par mois, le coût est évalué à 25 000 euros par an et par hectare (OMMM, n.d.). La fréquence des prélèvements est de 2 sorties par jour. Chaque jour, les plongeurs couvrent 0,5 hectares et prélèvent en moyenne 30 poissons-lions par sortie.⁷ Par conséquent, les deux plongeurs prélèvent 240 poissons-lions sur deux jours et sur une surface de un hectare. Cette pression de pêche permet de retirer en moyenne 75% des poissons-lions sur l'hectare considéré (Maréchal, comm.pers.). Les plongeurs doivent réitérer leur travail sur le même hectare tous les mois afin que la densité de poissons-lions reste basse dans la zone.

Nous considérons que ces plongeurs opèrent dans les zones récifales des aires marines protégées de Guadeloupe, Saint Martin et Saint Barthélémy. Les zones récifales classées « Aire Marine Protégée » s'étendent sur 250 ha en Guadeloupe (Binet et al, 2012). Saint Barthélémy possède des aires marines protégées dont la surface récifale s'élève à environ 50 ha (Hily et al., 2010) tandis que la surface récifale de la réserve naturelle de Saint Martin couvre 212 ha (Pascal, 2011). Pour réduire de manière conséquente la densité du poisson-lion dans ces aires protégées, nous envisageons de faire intervenir 15 binômes de plongeurs en Guadeloupe chargés de chasser le poisson-lion sur 15 ha chaque année. Ainsi, 6% de l'aire marine protégée seront totalement exemptés de poissons-lions. 20 autres binômes pourront couvrir 20

⁷ Les prélèvements peuvent être plus conséquents en fonction de l'efficacité des plongeurs et de la densité de poissons-lions. Deux plongeurs peuvent prélever jusqu'à 150 poissons-lions lors d'une plongée (Maréchal, comm.pers.).

ha dans les aires protégées de Saint Barthélemy et Saint Martin. Par conséquent, 8% des aires protégées seront préservés du poisson-lion. A l'heure actuelle, Saint Martin reste peu affectée en comparaison des autres îles par l'invasion du poisson-lion (Maréchal, comm.pers.). Cependant, par mesure de précaution, afin d'éviter que l'île devienne une zone refuge, nous estimons nécessaire d'y faire intervenir des plongeurs.

Au total, ce programme de lutte permet de prélever près de 150 000 poissons-lions annuellement. Le coût total de ce projet s'élève à 4 375 000 euros pour 5 ans.

c. Coûts d'une alternative économique à la pêche commerciale : l'indemnisation des pêcheurs pour service rendu à l'environnement

A Saint Barthélemy, contrairement à la Guadeloupe et à la Martinique, la commercialisation de certains poissons dont le poisson-lion est totalement interdite dans la mesure où la prévalence de la ciguatera est avérée dans les eaux côtières de l'île (Saha et al, 2013). Par principe de précaution, les mêmes mesures doivent être prises à Saint Martin où les données insuffisantes n'ont pas permis de conclure sur la contamination de l'espèce (Ibid).

Par conséquent, des solutions alternatives ou complémentaires à la pêche commerciale doivent être mises en place dans ces deux îles afin de contrôler la population de poissons-lions dans ces zones relativement étendues (Saha et al, 2013). Un système de compensation financière des pêcheurs pour service rendu à l'environnement pourrait être instauré en ce sens en fonction des captures de poissons-lions.

Les navires de pêche susceptibles de pêcher le poisson-lion sont au nombre de 14 à Saint Barthélemy (Guyader et al., 2011) et de 7 à Saint Martin (Chambre Consulaire Interprofessionnelle Saint-Martin, 2014). En considérant qu'une flotte de 400 navires prélève 250 000 poissons-lions par an (Saha et al., 2013), nous estimons que les pêcheurs de Saint Barthélemy prélèvent environ 8 750 poissons-lions annuellement. A Saint Martin, l'invasion est moins avancée et il est actuellement impossible de comptabiliser les prises de poissons lions par la pêche commerciale. Cependant, il est primordial de mobiliser l'ensemble des acteurs de la pêche antillaise française dans la même dynamique de lutte. Nous considérons donc arbitrairement qu'un navire de pêche à Saint Martin prélève 10 fois moins de poissons-lions qu'un navire en Guadeloupe. Les 7 navires de Saint Martin prélèveraient donc environ 438 poissons-lions annuellement.

En faisant l'hypothèse d'une prime à la nageoire de 5 euros en dédommagement du service rendu à l'environnement, le coût total de l'indemnisation des pêcheurs à Saint Barthélemy et Saint Martin atteint 229 700 euros entre 2015 et 2019.

d. Synthèse des investissements associés aux stratégies du scénario 1

Le coût total de l'investissement pour ce scénario atteint 5,7 millions euros pour les 5 ans considérés (voir Tableau 20).

Les trois stratégies de lutte décrites ci-dessus incitent les pêcheurs et les plongeurs à prélever spécifiquement l'espèce invasive. Plus de 650 000 poissons-lions pourraient être prélevés annuellement dans les Antilles françaises. Ces stratégies génèrent une maîtrise de la population de poisson-lion dont l'impact sur la pêche et les écosystèmes diminue. Parallèlement à cet effort constant de prélèvement, la biomasse se reconstitue peu à peu dans les récifs (Green et al., 2014).

Tableau 20: Coût initial de l'investissement du scénario 1

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 Barthélemy	4 375 000	150 000
Dédommagement pour service rendu à l'environnement aux pêcheurs de Saint Barthélemy et Saint Martin	229 700	9 188
Total	5 582 475	658 438

Au vu de la réduction annuelle du nombre de poissons-lions potentiellement réalisable à travers ce scénario, nous considérons que la présence du poisson-lion réduit la valeur de biomasse des poissons des récifs de seulement 1% par an. De même, les coûts de manipulation et de chasse du poisson-lion sont affectés de 1% par an. Dans le texte qui suit, nous évaluons en conséquence les bénéfices et les coûts issus de la pêche et du tourisme.

2.2 Bénéfices et coûts issus des activités de pêche et de tourisme

a. Bénéfices liés aux captures de poissons commerciaux

Nous comptabilisons les bénéfices de la pêche après la prise en compte de l'impact de prédation du poisson-lion. Nous retirons ensuite à cette valeur les pertes de captures liées à sa présence dans les casiers (voir Tableau 21).

Chaque année, l'impact du poisson-lion sur la production de la pêche augmente de 1% et le poisson-lion réduit de 1% les captures de la pêche au casier. En 2014, la valeur de la production de la pêche au casier en Guadeloupe, à Saint Martin et à Saint Barthélemy est estimée à 5 337 000 euros. En Martinique, cette valeur est de 1 830 823 euros (cf partie II.1.1.1.b). Ainsi, chaque année, la présence du poisson-lion dans les casiers entraîne 53 370 euros de pertes en Guadeloupe, à Saint Martin et à Saint Barthélemy et 18 308 euros de pertes en Martinique.

Tableau 21 : Bénéfices liés aux captures de poissons commerciaux après impact de prédation du poisson-lion et après prise en compte de sa présence dans les casiers sur les quatre îles

	Valeur de production 2014 (euros/an)	Impact du poisson-lion sur la production 2015 (%)	Valeur de production après impact 2014	2015	2016	2017	2018	2019	Total des bénéfices 2015-2019 (euros)
poissons-perroquets	1 775 114	1	1 562 101	1 546 480	1 531 015	1 515 705	1 500 548	1 485 543	7 579 291
poissons-chirurgiens	400 076	1	384 073	380 232	376 430	372 666	368 939	365 250	1 863 516
Mérous	68 200	1	65 472	64 817	64 104	63 450	62 796	62 143	317 310
Vivaneaux	262 829	1	247 059	244 588	242 142	239 721	237 324	234 951	1 198 726
Gorettes	861 176	1	800 893	792 884	784 955	777 106	769 335	761 641	3 885 921
Total des bénéfices des captures après prédation du poisson-lion (euros)			3 059 598	3 029 001	2 998 646	2 968 647	2 938 941	2 909 527	14 844 764
Total des bénéfices des captures de poissons commerciaux après prédation et présence du poisson-lion dans les casiers (euros)			2 987 920	2 957 323	2 926 968	2 896 969	2 867 263	2 837 849	14 486 373

La valeur de la pêche commerciale dans le cas de ce scénario de lutte atteint 14,5 millions d’euros au bout des 5 ans d’étude.

b. Coûts liés au temps passé par les pêcheurs et les plongeurs

v. Coûts liés au temps perdu par les pêcheurs lors de la manipulation du poisson-lion

Nous considérons que le temps perdu par les pêcheurs à neutraliser le poisson-lion augmente de 1% par an. En 2014, les pêcheurs passent 1h à neutraliser le poisson-lion sur 6 heures de marées. Nous pouvons ensuite évaluer le coût lié au temps perdu en prenant en compte le salaire minimum des pêcheurs (9, 53 euros par heure) (voir Tableau 22). Nous estimons à 41 289 le nombre de marées annuelles des navires de pêche aux casiers, sennes et filets dans les Antilles françaises (partie II.1.1.1.c)).

Tableau 22 : Coûts liés au temps passé par les pêcheurs à manipuler les poissons-lions sur les quatre îles

	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Coût journalier associé au temps passé à manipuler pour un navire de pêche (euros)	9,53	9,63	9,72	9,82	9,92	10,02
Coût associé au temps passé par les pêcheurs (euros/an)	393 484	397 419	401 393	405 407	409 461	413 556
Coût total 2015-2019 (euros)	2 027 236					

Le temps passé à neutraliser le poisson-lion coûte plus de 2 millions d'euros aux pêcheurs des Antilles françaises pendant les 5 années considérées.

vi. Coûts associés au temps passé lors des chasses bénévoles au poisson-lion

Nous supposons que le nombre de captures de poissons-lions croît de 1% chaque année. Par conséquent, dans la mesure où l'efficacité de capture reste constante (en moyenne 30 poissons-lions par heure), le temps passé à chasser le poisson-lion par les bénévoles et plongeurs professionnels augmente de 1% par an. Afin de calculer le coût d'opportunité des plongeurs bénévoles, nous utilisons le salaire minimum (9,53euros/heure) (voir Tableau 23).

Tableau 23 : Coûts associés au temps consacré à l'élimination des poissons-lions en Guadeloupe et en Martinique

	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Estimation du nombre de captures annuelles de poissons-lions	50 000	50 500	51 005	51 515	52 030	52 550
Temps passé à chasser le poisson-lion (heures/an)	1 667	1 683	1 700	1 717	1 734	1 752
Coût annuel du temps passé	15 887	16 039	16 201	16 363	16 525	16 697

(euros/an)						
Coût total 2015-2019 (euros)	81 825					

Le coût d'opportunité associé au temps passé par les bénévoles atteint plus de 81 825 euros sur 5 ans.

c. Synthèse de l'analyse coût-bénéfice du scénario 1

La valeur actualisée nette de ce scénario de lutte, après prise en compte de l'investissement initial, s'élève à 5,3 millions d'euros (voir Tableau 24). Outre les bénéfices écologiques associés à la diminution du nombre de poisson-lion dans la région, la comparaison du bénéfice net de ce scénario avec celui du scénario initial montre qu'il y a un avantage économique de 1 430 039 euros à mettre en place les stratégies de lutte par rapport au choix de l'inaction.

Tableau 24 : Valeur actualisée nette du scénario 1

(Euros)	2015	2016	2017	2018	2019
Bénéfices liés aux captures de poissons commerciaux	2 957 323	2 926 968	2 896 969	2 867 263	2 837 849
Coûts liés au temps passé par les pêcheurs à manipuler des poissons-lions	397 419	401 393	405 407	409 461	413 556
Coûts associés au temps passé à l'élimination des poissons-lions	16 039	16 201	16 363	16 525	16 697
Flux nets actualisés (4%)	2 446 024	2 320 057	2 200 442	2 090 279	1 978 868
Investissement initial pour les 5 ans	5 582 475				
Valeur actualisée nette	5 453 195				

Cette combinaison de stratégies de lutte est idéale dans le cas d'une commercialisation possible du poisson-lion qui autorise des prélèvements réguliers de poissons-lions par les pêcheurs et produit des bénéfices importants. Le scénario suivant propose des moyens de lutte adaptés en cas d'interdiction de la commercialisation de poissons-lions.

3. Scénarios de lutte 2

De nombreuses zones maritimes ne peuvent être exploitées par la pêche commerciale. En Guadeloupe, outre les aires marines protégées, 5% des zones de pêche sont interdites à la commercialisation en raison de la pollution à la Chlordécone. Ces aires d'interdiction s'étendent le long de la côte Sud Est de Basse Terre et jusqu'à une zone allant à plus de 100 mètres de profondeur. La zone d'interdiction totale de pêche couvre une superficie de 3 700ha (le marin, 2013). En Martinique, les zones de cantonnements de pêche représentent 1 335 ha. L'île est également contaminée par la chlordécone. Les zones d'interdiction de pêche suite à cette pollution couvrent 10 700 ha environ (Observatoire de l'eau Martinique, 2014).

A ces interdictions, s'ajoutent les espèces contaminées par la ciguatera. La contamination des eaux par la ciguatera est présente à Saint Barthélémy, à Saint Martin et en Guadeloupe où certaines espèces (mérours, carangues, vivaneaux) sont déjà interdites à la vente et à la pêche dans certaines zones (par arrêté préfectoral N° 2002-1249). En Martinique, les cas de contamination à la ciguatera sont peu documentés pour le moment. L'interdiction totale de la commercialisation est donc susceptible d'être instaurée dans les Antilles françaises. Non seulement, cette interdiction priverait les pêcheurs d'une source de revenu non négligeable mais elle allégerait également la pression de prélèvement exercée sur le poisson-lion dans le cadre des stratégies de lutte.

Le scénario qui suit, propose de modéliser les bénéfices nets d'une lutte modérée contre le poisson-lion dans le cas où celui-ci ne peut être valorisé par la pêche commerciale.

3.1 Investissement initial

Dans ce scénario, nous proposons de pallier l'absence totale des bénéfices issus des captures à des fins commerciales par un développement des indemnisations des pêcheurs dans toutes les Antilles françaises en contrepartie de leur effort de prélèvement. En Guadeloupe, à Saint Martin, Saint Barthélémy et en Martinique (avec une probabilité d'interdiction en Martinique beaucoup plus faible, compte-tenu de l'absence de ciguatera), les prises potentielles de poissons-lions par la pêche atteignent 284 050 individus (cf. partie II.2.). En proposant une prime à la nageoire de 1,5 euros pour chaque poisson-lion, le coût de l'indemnisation des pêcheurs à l'échelle des Antilles serait de 2 130 375 euros pour 5 ans.

La stratégie de lutte de ce scénario repose également sur les campagnes de communication et de prévention autour des dégâts de l'invasion (voir scénario 1).

En l'absence de commercialisation du poisson-lion, il serait trop peu rentable de considérer l'élimination des poissons-lions par la chasse professionnelle dans ce scénario.

Le coût de l'investissement total nécessaire à la lutte contre le poisson-lion de ce scénario atteint 3,1 millions d'euros (voir Tableau 25).

Tableau 25 : Coût de l'investissement initial du scénario 2

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

Ces deux stratégies de lutte incitent les pêcheurs et les plongeurs à prélever l'espèce invasive. Ainsi, environ 500 000 poissons-lions pourraient être prélevés annuellement dans les Antilles françaises. Toutefois, ces stratégies ne permettent pas de maintenir une population de poisson-lion aussi basse que dans le scénario précédent. Nous considérons que celle-ci augmente chaque année de 3%. Ainsi, l'impact du poisson-lion sur les activités de pêche et sur le tourisme s'accroît de 3% par an. Dans le texte qui suit, nous évaluons en conséquence les bénéfices et les coûts issus de la pêche et du tourisme.

3.2 Bénéfices et coûts générés par la pêche et le tourisme

a. Bénéfices issus des activités de pêche

Nous estimons les bénéfices engendrés par les captures de poissons commerciaux après déduction de l'impact de prédation du poisson-lion. Nous déduisons ensuite de ces bénéfices les pertes de captures dans les casiers (voir Tableau 26). Nous faisons l'hypothèse que ce dernier diminue de 3% par an la production de la pêche.

De la même manière, nous considérons qu'il empêche 3% des poissons d'entrer dans les casiers. En 2014, la valeur de la production de la pêche au casier en Guadeloupe, à Saint Martin et à Saint Barthélemy est estimée à 5 337 000 euros et à 1 830 823 euros en Martinique (cf. partie II.1.1.1.b)). Chaque année, la présence du poisson-lion dans les casiers cause 160 110 euros de pertes en Guadeloupe, à Saint Martin et à Saint Barthélemy et 54 925 euros de pertes en Martinique.

Tableau 26: Bénéfices liés aux captures de poissons commerciaux sur les quatre îles après prise en compte de la prédation et de la présence du poisson-lion dans les casiers

	Valeur de production 2014 (euros/an)	Impact du poisson-lion sur la production 2015 (%)	Valeur de production après impact 2014	2015	2016	2017	2018	2019	Total des bénéfices 2015-2019 (euros)
poissons-perroquets	1 775 114	3	1 562 101	1 515 238	1 469 780	1 425 687	1 382 917	1 341 430	7 135 052
poissons-chirurgiens	400 076	3	384 073	372 551	361 374	350 533	340 017	329 817	1 754 292
Mérus	68 200	3	65 472	63 508	61 545	59 587	57 633	55 687	297 960
Vivaneaux	262 829	3	247 059	239 647	232 458	225 484	218 719	212 157	1 128 465
Gorettes	861 176	3	800 893	776 866	753560	730953	709025	687754	3 658 159
Total des bénéfices des captures après prédation du poisson-lion (euros)			3 059 598	2 967 810	2 878 718	2 792 244	2 708 311	2 626 844	13 973 926
Total des bénéfices des captures de poissons commerciaux après prédation et présence du poisson-lion dans les casiers (euros)			2 844 563	2 752 775	2 663 683	2 577 209	2 493 276	2 411 809	12 898 751

A l'issue des 5 ans d'invasion du poisson-lion, la valeur de la pêche commerciale s'élève à 12,9 millions d'euros.

b. Coûts associés au temps passé par les pêcheurs à manipuler le poisson-lion

En faisant l'hypothèse que la population de poisson-lion augmente de 3% par an, nous considérons parallèlement que le temps passé par les pêcheurs à neutraliser le poisson-lion augmente de 3% par an. En 2014, les pêcheurs passent 1h à neutraliser le poisson-lion sur 6 heures de marées. Nous pouvons ensuite évaluer le coût lié au temps perdu en prenant en compte le salaire minimum des pêcheurs (9, 53 euros par heure) et le nombre de marées annuelles des navires de pêche aux casiers, sennes et filets dans les Antilles françaises (41 289 marées) (partie II.1.1.1. c)).

Tableau 27 : Coûts liés au temps consacré par les pêcheurs à la manipulation des poissons-lion sur les quatre îles

	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Coût journalier associé au temps perdu à manipuler pour un navire de pêche (euros)	9,53	9,63	9,72	9,82	9,92	10,02
Coût associé au temps perdu par les pêcheurs (euros/an)	393 484	405 289	417 447	429 971	442 870	456 156
Coût total 2015-2019 (euros)	2 151 732					

Le temps passé à neutraliser le poisson-lion coûte 2,2 millions d'euros aux pêcheurs des Antilles françaises pendant les 5 années considérées.

c. Coûts associés au temps passé à chasser le poisson-lion

Nous supposons que le nombre de captures de poissons-lions lors des sessions de plongée touristique croît de 3% chaque année. Par conséquent, dans la mesure où l'efficacité de capture reste constante (en moyenne 30 poissons-lions par heure), le temps dédié à chasser le poisson-lion par les bénévoles et plongeurs professionnels augmente de 3% par an. Afin de calculer le coût d'opportunité des plongeurs bénévoles, nous utilisons le salaire minimum (9,53euros/heure) (voir Tableau 28).

Tableau 28 : Coûts associés au temps passé à éliminer les poissons-lions en Guadeloupe et en Martinique

	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Estimation du nombre de captures annuelles de poissons-lions	50 000	51 500	53 045	54 636	56 275	57 963
Temps passé à chasser le poisson-lion (heures/an)	1 667	1 717	1 768	1 821	1 876	1 932
Coût annuel du temps passé (euros/an)	15 883	16 360	16 851	17 356	17 877	18 413
Coût total 2015-2019 (euros)	86 856					

Le coût d'opportunité associée au temps passé par les bénévoles atteint près de 86 856 euros sur 5 ans.

d. Synthèse de l'analyse coût-bénéfice du scénario 2

Les bénéfices nets de ce scénario s'élèvent à près de 6,4 millions d'euros (voir Tableau 29). Les bénéfices perçus suite à la mise en œuvre du scénario 2 sont supérieurs à ceux du scénario 0, à savoir de plus de 2,5 millions d'euros. D'après nos estimations, il est donc préférable d'investir dans un programme de lutte tant d'un point de vue écologique, qu'économique.

Tableau 29: Valeur actualisée nette du scénario 2

(Euros)	2015	2016	2017	2018	2019
Bénéfices issus des captures de la pêche commerciale	2 752 775	2 663 683	2 577 209	2 493 276	2 411 809
Coûts associés au temps passé à manipuler le poisson-lion	405 289	417 447	429 971	442 870	456 156
Coûts associés au temps passé à chasser le poisson-lion	16 360	16 851	17 356	17 877	18 413
Flux nets actualisés (4%)	2 241 467	2 061 192	1 893 457	1 737 414	1 592 270
Investissement initial pour les 5 ans	3 108 150				
Valeur actualisée nette	6 417 650				

e. Comparaison des scénarios de lutte contre le poisson-lion

Le montant de l'investissement du scénario 2 est inférieur à celui de l'investissement du scénario 1. La différence s'élève à 2,5 millions d'euros. Les bénéfices nets finaux estimés sont, quant à eux, relativement équivalents.

Toutefois, il est à noter que, si les coûts de la lutte contre le poisson-lion sont relativement conformes à la réalité et non sous-estimés, les bénéfices économiques de cette lutte sont des valeurs minimales et ne peuvent être exhaustifs en raison d'un manque d'information dans la littérature concernant l'évolution temporelle et spatiale des populations de poissons-lions, leurs impacts sur l'ensemble des pratiques de pêche et sur la santé humaine. L'absence de données scientifiques est d'autant plus problématique qu'elle empêche, ici, la prise en compte des bénéfices économiques issus du recouvrement des services écosystémiques (essentiellement restauration de la biodiversité). Il est donc assuré que les bénéfices des scénarios considérant un programme de lutte sont largement supérieurs au scénario 0 correspondant à l'inaction au regard de l'invasion du poisson-lion.

Lorsque la valorisation commerciale du poisson-lion est possible, le programme de lutte 1 est nettement privilégié au dernier scénario dans la mesure où le premier scénario assure une meilleure restauration de la biomasse de poissons herbivores, espèces clés des récifs. En effet, il propose des prélèvements de poissons-lions dans des aires marines protégées. La surpêche des poissons herbivores est une des menaces qui pèsent le plus sur les récifs et à laquelle s'ajoute l'invasion du poisson-lion (Jackson et al., 2014). Donc la maîtrise de la population de poissons-lions dans ces zones indemnes de pratiques halieutiques favoriserait d'autant plus le regain des populations d'espèces herbivores et préserve les coraux. Les effets bénéfiques d'une protection des populations de poissons herbivores comme les poissons perroquets dans quelques aires marines surpassent, selon certains auteurs, les effets dévastateurs et croissants de prédateurs comme le poisson-lion (Jackson et al., 2014 ; Mumby et al., 2006). Par conséquent, au-delà du contrôle de la population de poissons-lions, une stratégie de lutte adaptée pourrait favoriser une amélioration de l'état de santé des écosystèmes coralliens et associés et de fait, les services qu'ils rendent à la société.

IV. CONCLUSIONS

L'évaluation économique de l'impact du poisson-lion dans les Petites Antilles met en lumière les coûts et les pertes que l'espèce invasive inflige au secteur de la pêche et du tourisme, aux écosystèmes marins tropicaux et plus largement à l'ensemble de ces territoires. Ces coûts, qui s'élèvent à environ 10 millions d'euros annuellement, incitent vivement à entreprendre une stratégie de lutte concertée contre le poisson-lion.

L'évaluation économique sur 5 ans des stratégies considérées atteste de l'intérêt de favoriser l'action au détriment du « laisser-faire ». Ces stratégies génèrent des bénéfices nets (autour de 5 millions d'euros) supérieurs aux bénéfices nets produits en cas d'inaction. Les estimations calculées dans le cadre de ces évaluations fournissent un argumentaire économique aux décideurs en faveur de la lutte lors des arbitrages budgétaires. Les stratégies de lutte sélectionnées assurent la prévention à propos de l'invasion d'une part et le contrôle des populations de poissons-lions d'autre part. La stratégie préférentielle inclut une valorisation du poisson-lion par la pêche commerciale, une campagne de communication auprès du public, un travail de coopération scientifique et technique au niveau régional, des chasses ciblées dans les Aires Marines Protégées ainsi qu'un dédommagement des pêcheurs pour service rendu à l'environnement. Ces projets de lutte coordonnée sur le long terme sont indispensables afin d'assurer un contrôle uniforme et durable de la densité des poissons-lions dans la région et afin de restaurer la biomasse d'espèces locales.

Aujourd'hui, le contrôle de la population de poisson-lion est l'unique moyen de ralentir les effets de l'espèce invasive sur l'environnement et l'économie locale. Cette possibilité de contrôle s'inscrit dans l'ensemble des mesures actuelles nécessaires qui visent à limiter la dégradation des écosystèmes coralliens et associés et par suite, la disparition des ressources de la pêche locale. Au-delà des bénéfices économiques potentiels issus spécifiquement de la lutte contre le poisson-lion, les actions réalisées dans ce cadre s'intégreraient pleinement dans la dynamique actuelle de protection des récifs caribéens urgemment réclamée par l'ICRI (Jackson et al., 2014).

V. BIBLIOGRAPHIE

- Albins, M. et Hixon, M., 2008. Invasive Indo-Pacific lionfish *Pterois volitans* reduce recruitment of Atlantic coral-reef fishes. *Marine Ecology Progress Series* 367:233-238.
- Albins, M. et Hixon, M., 2011. Worst case scenario: potential long-term effects of invasive predatory lionfish (*Pterois volitans*) on Atlantic and Caribbean coral-reef communities. *Environmental Biology of Fishes*.
- Albins, M. A., 2013. Effects of invasive Pacific red lionfish *Pterois volitans* versus a native predator on Bahamian coral-reef fish communities. *Biological Invasions* 15, 29–43 pages.
- Andréfouët S., Chagnaud N., Chauvin C., Kranenburg C.J., 2008. Atlas des récifs coralliens de France Outre-Mer, Centre IRD de Nouméa, 153 pages.
- Arias-González, J.E., González-Gándara, C., Luis Cabrera, J., Christensen, V., 2011. Predicted impact of the invasive lionfish *Pterois volitans* on the food web of a Caribbean coral reef. *Environ Res* 111: 917–925.
- Barbour, A.B., Montgomery, M.L., Adamson, A. A., Diaz-Ferguson, E., Silliman, B.R., 2010. Mangrove use by the invasive lionfish *Pterois volitans*. *Mar Ecol Prog Ser* 401:291–294.
- Barbour, A.B., Allen, M.S., Frazer, T.K., Sherman K.D., 2011. Evaluating the Potential Efficacy of Invasive Lionfish (*Pterois volitans*) Removals. *PLoS ONE* 6(5): e19666 /journal.pone.0019666.
- Bellwood, D.R., Hughes, T.P., Folke, C. et al., 2004. Confronting the coral reef crisis. *Nature*, 429, 827–833.
- Binet, T., Maréchal, J.P., Failler, P., 2012. Services écologiques du Parc national de la Guadeloupe : identification et évaluation économique. Rapport final, Module 331, Parc national de la Guadeloupe, Guadeloupe, 50 pages.
- Blanchet, G., Gobert, B., Gueredrat, J.-A., 2002. La pêche aux Antilles, Martinique et Guadeloupe. Paris, IRD Edition, 299 pages.
- Bouchon, C., Portillo, P., Bouchon-Navaro, Y., Louis, M., 2006. Bilan de l'état de santé des récifs coralliens de Guadeloupe (années 2002-2006). Université des Antilles et de la Guyane, 40 pages.
- Bouchon-Navaro, Y., 1997. Les peuplements ichtyologiques récifaux des Antilles. Distribution spatiale et dynamique temporelle. PhD Thesis, Université des Antilles et de la Guyane, 242pages.
- Carter, J., Marrow, G.J., Pryor, V., 1994. Aspects of the ecology and reproduction of the Nassau grouper, *Epinephelus striata*, off the coast of Belize, Central America. *Proc. Gulf Caribb. Fish Inst.* 43:65–111.
- Chambre Consulaire Interprofessionnelle Saint-Martin, 2014. Structuration de la Pêche Professionnelle dans la Collectivité de Saint Martin. D'après données IFREMER –SIH –système d'informations halieutiques –activité 2012.
- Claydon, J.A.B., Calosso, M.C., Traiger, S.B., 2012. Progression of invasive lionfish in seagrass, mangrove and reef habitats. *Mar Ecol Prog Ser* 448: 119–129.

- Coleman, F. C., Koenig, C.C., Eklund, A.M., Grimes, C., 1999. Management and conservation of temperate reef fishes in the grouper-snapper complex of the southeastern United States. Pages 233–242 dans J. A. Musick, ed. *Life in the slow lane: ecology and conservation of long-lived marine animals*. Am. Fish. Soc.Symp. 23.
- Coleman, F.C., Koenig, C.C., Huntsman, G.R., Musik, J.A., et al., 2000. Long-lived reef fishes: the grouper– snapper complex. *Fisheries* (Bethesda) 25: 14–28.
- Côté, I.M., Green, S.J., Morris, J.A., Akins, J.L., Steinke, D., 2013a. Diet richness of invasive Indo-Pacific lionfish revealed by DNA barcoding. *Mar Ecol Prog Ser* 472:249–256.
- Côté, I.M., Green, S.J., Hixon, M.A., 2013b. Predatory fish invaders: Insights from Indo-Pacific lionfish in the western Atlantic and Caribbean. *Biol Constr* 164:50–61.
- Crilly, R., Esteban, A., 2012. Jobs lost at sea. Over fishing and the jobs that never were. New Economics Foundation.
- Eggleston, D.B., Grover, J.J., Lipcius, R.N., 1998. Ontogenetic diet shifts in Nassau grouper: Trophic linkages and predatory impact. *Bulletin of Marine Science* 63:111-126.
- Failler, P., Pètre, E.L., Maréchal, J.P., 2010. Valeur économique totale des récifs coralliens, mangroves et herbiers de la Martinique. *Études caribéennes* [En ligne], 15, mis en ligne le 21 décembre 2010. [En ligne] URL : <http://etudescaribeennes.revues.org/4410>.
- Green, S., Côté, I., 2009. Record densities of Indo-Pacific lionfish on Bahamian coral reefs. *Coral Reefs* 28:107-107.
- Green, S., Akins, J., Maljkovi, A., Côté, I., 2012. Invasive lionfish drive Atlantic coral reef fish declines. *PLoS One* 7:e32596.
- Green, S.J., Dulvy, N.K., Brooks, A.M.L., Akins, J.L., Cooper, A.B., Miller, S., Côté, I.M., 2014. Linking removal targets to the ecological effects of invaders: a predictive model and field test. *Ecological Applications* 24:6, 1311-1322
- Guyader, O., Reynal, L., Lespagnol, P., Le Meur, C., Demanèche, S., Le Blond, S., Jean-Charles, C., Erialc, C., Rullé, L., Bourgeois, P., Cornou, A.S., Leblond, E., Merrien, C., Le Ru, L., Blanchard, F., Daures, F., Berthou, P., 2011. Synthèse des pêcheries de Guadeloupe 2011. Ifremer-sih-2013.03.31., 21 pages.
- Henderson, E.B., 2012. Economic and Ecological Implications of Interactions Between Lobsters and Invasive Lionfish in the Bahamas. Simon Fraser University, 81pages.
- Hoey, A.S., Bellwood, D.R., 2011. Suppression of herbivory by macroalgal density: a critical feedback on coral reefs ? *Ecology Letters* 14: 267-273.
- Hily C., Duchêne J., Bouchon-Navaro Y., Gigou A., Payri C., Védie F., 2010. Les herbiers de phanérogames marines de l'outre-mer français. Hily C., Gabrié C., Ducoumbe M. coord. IRECOR, Conservatoire du littoral, 140 pages.
- Hughes, T.P., Rodrigues, M.J., Bellwood, D.R., Ceccarelli, D., HoeghGuldberg, O., McCook, L., Moltschanivskyj, N., Pratchett, M.S., Steneck, R.S., Willis, B., 2007. Phase shifts, herbivory, and the resilience of coral reefs to climate change. *Current Biology* 17: 360-365

- Huntsman, G. R., Potts, J., Mays, R.W., Vaughan, D., 1999. Goupers (Serranidae, Epinephelinae): endangered apex predators of reef communities. Pages 217–231 dans J. A. Musick, ed. *Life in the slow lane: ecology and conservation of long-lived marine animals*. American Fisheries Society, Symposium 23, Bethesda, Maryland.
- Ifremer, 2011. L’Ifremer en Manche Mer du Nord, Contrats bleus. Consulté le 05/12/2014. URL : <http://wwz.ifremer.fr/manchemerdunord/Unite-Halieuistique/Halieuistique-Boulogne-sur-Mer/Axes-de-recherche/Dynamique-des-pecheries/Projets-de-recherche-associes/Sollicitations-diverses/Contrats-bleus>
- Jackson, J.B.C., Donovan, M.K., Cramer, K.L., Lam, V.V., 2014. Status and Trends of Caribbean Coral Reefs: 1970-2012. Global Coral Reef Monitoring Network, IUCN, Gland, Switzerland.
- Jud, Z., Layman, C., Lee, J., Arrington, D., 2011. Recent invasion of a Florida (USA) estuarine system by lionfish *Pterois volitans*/P. miles. *Aquat Biol* 13:21–26.
- Koenig, C.C., Coleman, F.C., Eklund, A.M., Schull, J., Ueland, J., 2007. Mangroves as essential nursery habitat for Goliath Grouper (*Epinephelus Itajara*). *Bulletin of Marine Science* 80(3): 567–586, 2007567.
- Le marin, Guadeloupe : un nouveau zonage des interdictions de pêche en raison du chlordécone, 29/07/2013. Consulté le 04/12/2014. URL : <http://www.lemarin.fr/articles/detail/items/guadeloupe-un-nouveau-zonage-des-interdictions-de-peche-en-raison-du-chlordecone.html>.
- Lewis, S.M., 1986. The role of herbivorous fishes in the organization of a Caribbean reef community. *Ecological Monographs*: 184-200.
- Lirman, D., 2001. Competition between macroalgae and corals: effects of herbivore exclusion and increased algal biomass on coral survivorship and growth. *Coral Reefs* 19: 392-399.
- Miller, M.W., Hay, M.E., 1997. Effects of fish predation and seaweed competition on the survival and growth of corals. *Oecologia* 113:231-238.
- Morris, J.A., Akins, J., 2009. Feeding ecology of invasive lionfish (*Pterois volitans*) in the Bahamian archipelago. *Environ BiolFish* 86:389–398.
- Morris, J.A., Akins, J., Barse, A., Cerino, D., Freshwater, D., Green, S., Muñoz, R., Paris, C., Whitfield, P.E., 2009. Biology and ecology of the invasive lionfishes, *Pterois miles* and *Pterois volitans*. *Proc Gulf Caribb Fish Inst* 61:409–41.
- Morris, J.A., Jr, Whitfield, P.E., 2009. Biology, Ecology, Control and Management of the Invasive Indo-Pacific Lionfish : An Updates Integrated Assessment. NOAA Technical Memorandum NOS NCCOS 99.57 pages.
- Morris, J.,A, Jr, Shertzer, K.W., Rice J.A., 2011. A stage-based matrix population model of invasive lionfish with implications for control. *Biological Invasions*, 13:7–12.
- Morris, J.A., Jr., (Ed.), 2012. *Invasive Lionfish: A Guide to Control and Management*. Gulf and Caribbean Fisheries Institute Special Publication Series Number 1, Marathon, Florida, USA. 113 pages.
- Mumby, P.J., Edwards, A.J., Arias-Gonzalez, J.E., Lindeman, K.C., Blackwell, P.G., Gall, A., Gorczyńska, M.I., Harborne, A.R., Pescod, C.L., Renken, H., Wabnitz, C.C.C. & Llewellyn, G., 2004. Mangroves enhance the biomass of coral reef fish communities in the Caribbean. *Nature*, 427, 533–536.

- Mumby, P.J., Dahlgren, C.P., Harborne, A.R., Kappel, C.V., et al., 2006. Fishing, trophic cascades, and the process of grazing on coral reefs. *Science* 311: 98–101.
- Observatoire de l'eau Martinique, Zones d'interdiction de la pêche de loisir en mer en Martinique, 2013-2014. Direction de la Mer de Martinique. Consulté le 04/12/2014. URL : http://cartes.observatoire-eau-martinique.fr/interdiction_peche_plaisance/flash/.
- Pascal, N., 2011. Réserve Naturelle de Saint Martin : Valeur économique Rapport Final. IFRECOR, 138 pages.
- Quinet, 2013. L'évaluation socioéconomique des investissements publics. Commissariat Général à la Stratégie et la Prospective, Tome 1 rapport final, septembre 2013, 352 pages.
- Randall, J.E., 1961. Overgrazing of algae by herbivorous marine fishes. *Ecology* 42: 812.
- Randall, J.E., 1965. Grazing effect on seagrasses by herbivorous marine fishes. *Ecology* 46:255–260.
- Reef, Lionfish Derbies. Consulté le 04/12/2014. URL : <http://www.reef.org/lionfish/derbies>.
- Reynal, L., Demanèche, S., Guyader, O., Bertrand, J., Berthou, P., Dromer, C., Bruneau, M., Bellanger, M., Merrien, C., Guegan, F., Lespagnol, P., Pitel, M., Jézéquel, M., Leblond, E., Daurès, F., 2011. Projet pilote du Système d'Informations Halieutiques (SIH) Martinique (2007-2010). Premières données sur la pêche en Martinique (2009-2010), Ifremer-SIH-2013/06/30. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00156/26762/>, 176 pages.
- Roussel, 2011. Les mangroves de l'outre-mer français: Écosystèmes associés aux récifs coralliens. Rapport du Conservatoire du littoral, France.
- Sadovy, Y., Eklund, A., 1999. Synopsis of biological data on the Nassau grouper, *Epinephelus striatus* (Bloch 1792), and the jew-fish, *E. itajara* (Lichtenstein 1822). NOAA Tech. Rep. NMFS 146 and FAO Fish. Synop. 157.
- Saha, W., Diaz, N., Pautonnier, A., 2013. Stratégie coordonnée de prévention et de lutte par la pêche professionnelle contre l'espèce invasive *Pterois* (poisson lion) en Guadeloupe et dans les Collectivités de St-Martin et St-Barthélemy. Convention n° 2012-14 / RN / DEAL. Rapport d'exécution final, CRPMEM, 133 pages.
- Schirripa, M.J., Legault, C.M., Ortiz, M., 1999. The red grouper fishery of the Gulf of Mexico: assessment 3.0. Stock assessment report SFD-98/99-56, 126 p. Sustainable Fisheries Division, NOAA Fisheries Service, Southeast Fisheries Science Center, 75 Virginia Beach Drive, Miami, FL, 33149.
- Silliman, B.R., Bertness, M.D., 2002. A trophic cascade regulates salt marsh primary production. *Proc Natl Acad Sci USA* 99:10500–10505.
- Smith, N.S., Shurin, J.B., 2010. Artificial Structures Facilitate Lionfish Invasion in Marginal Atlantic Habitats. *Proc Gulf Caribb Fish Inst* 67 : In press.
- Sutherland, W.J., Clout, M., Côté, I.M., Daszak, P., Depledge, M.H., Fellman, L., Fleishman, E., Garthwaite, R., Gibbons, D.W., Lurio, J., DeSutherland, W.J., Clout, M., Côté, I.M., Daszak, P., Depledge, M.H., Fellman, L., Fleishman, E., Garthwaite, R., Gibbons, D.W., De Lurio, J., 2010. A horizon scan of global conservation issues for 2010. *Trends Ecol Evol* 25:1–7.

- UICN France, 2013. Panorama des services écologiques fournis par les milieux naturels en France - volume 2.2 : les écosystèmes marins et côtiers. Paris, France.
- Unsworth, R.K.F., Taylor, J.D., Powell, A., Bell, J.J., Smith, D.J., 2007. The contribution of parrotfish (scarid) herbivory to seagrass ecosystem dynamics in the Indo-Pacific. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 74, 53–62.
- Vetrano, S.J., Lebowitz, J.B., Marcus, S., 2002. Lionfish envenomation. *Journal of Emergency Medicine* 23(4) : 379-382.
- Van Rooij, J.M., Videler, J.J., Bruggemann, J.H., 1998. High bio-mass and production but low energy transfer efficiency of Caribbean parrotfish: implications for trophic models on coral reefs. *J Fish Biol* 53(Suppl A):154–178.
- Van Beukering, P.J.H., Cesar, H.S.J., Jansen, M.A., 2003. Economic valuation of the Leuser National Park on Sumatra, Indonesia. *Ecological Economics* 44 (2003) 43-62.
- Ward-Paige, C.A., Mora, C., Lotze, H.K., Pattengill-Semmens, C., McClenachan, L., et al., 2010. Large-Scale Absence of Sharks on Reefs in the Greater-Caribbean: A Footprint of Human Pressures. *PLoS ONE* 5(8): e11968.
- Whitfield, P.E., Hare, J.A., David, A.W., Harter, S.L., Muñoz, R.C., Addison, C.M., 2007. Abundance estimates of the Indo-Pacific lionfish *Pterois volitans/Miles* complex in the Western North Atlantic. *Biological Invasions* 9:53-64.
- Wyanski, D. M., White, D.B., Barans, C.A., 2000. Growth, population structure, and aspects of the reproductive biology of snowy grouper, *Epinephelus niveatus*, off North and South Carolina. U.S. National Marine Fisheries Service Fishery Bulletin 98:199–218.
- Zhao, B., McGovern, J.C., Harris, P.J., 1997. Age, growth, and temporal change in size-at-age of the vermilion snapper from the South Atlantic Bight. *Trans. Am. Fish. Soc.* 126:181–193.

VI. ANNEXES : PERSONNES CITEES DANS L'ETUDE

Noms	Qualifications
Cedric SNC Turbot Caraïbes	Entreprise de pêche sportive, Martinique
Dr Cerland Laura	Auteur d'une thèse en médecine : L'envenimation par le poisson Lion en Martinique
M. Charlesir	Pêcheur en Martinique
Francil Hugues	CRPMEM-M
La Batelière	Entreprise de plongée sous-marine, Martinique
Maréchal Jean Philippe	Directeur de Nova Blue Environment
Yoyotte Jean-Claude	Président du CRPMEM-G