

RAPPORT DE STAGE

**IMPLEMENTATION D'UN
PROGRAMME DE PRESERVATION
DE LA BIODIVERSITE A TRAVERS
LE REENSEMENCEMENT DE LA
LANGOUSTE ROYALE DE
MEDITERRANEE (*PALINURUS
ELEPHAS*)**

Maître de stage : Sébastien
FERRAZ
LAGOSTA

Tuteur : Magali SCHWEIZER
Faculté des Sciences Angers
2/11 boulevard Lavoisier 49045 Angers

Master 1 BEE parcours Mer
Anthropisation Diagnostic

Promotion 2023-2025

Dates du stage : 02/04/2024 au
28/05/2024

Soutenance le 19/06/2024



Anaïs GENIE



Source : Sébastien FERRAZ

LAGOSTA

Université d'Angers Faculté des Sciences 2 boulevard Lavoisier 49045 Angers Cedex	Master 1 Biodiversité Ecologie-Evolution Parcours Mer Anthropisation Diagnostic
Stage de type gestion de projet (6) : mise en place d'actions, coordination d'actions	
Anaïs GENIE	LAGOSTA
Année universitaire 2023-2024	Maître de stage Sébastien FERRAZ
Titre du rapport : Implémentation d'un programme de préservation de la biodiversité à travers le réensemencement de la langouste royale de Méditerranée (<i>Palinurus elephas</i>)	
Résumé	
<p>Les populations européennes de langouste <i>Palinurus elephas</i> ont subi une forte diminution ces dernières décennies en raison de la surpêche, des prises accessoires et de l'utilisation de méthodes de pêche destructrices. Classée comme « vulnérable » par l'IUCN depuis 2013, cette espèce est devenue de plus en plus rare et coûteuse, impactant également les écosystèmes locaux par la diminution de leur biomasse.</p>	
<p>Des réglementations sur la pêche sont déjà mises en place pour tenter de limiter la disparition de la ressource mais sont-elles suffisantes ? En plus de cette réglementation, des mesures de conservation pourraient être mises en place dans le but de restaurer cette espèce précieuse et de soutenir les activités de pêche côtière ainsi que l'écosystème marin. LAGOSTA, une start-up aquacole basée à Monaco, souhaite implémenter un programme de conservation visant à réintroduire la langouste dans les eaux de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur et de Monaco. L'objectif est d'atteindre une population stable de langoustes qui contribuerait à rétablir l'équilibre écologique et bénéficierait à long terme aux pêcheries locales.</p>	
<p>Dans le cadre de ce projet, des larves de <i>P. elephas</i> seraient introduites dans deux sites préalablement sélectionnés et protégés de la pêche, ainsi que des prédateurs et des courants grâce au dispositif BioRestore. Les filets utilisés seraient laissés jusqu'à ce que les langoustes atteignent le stade juvénile. Les juvéniles seraient ensuite relâchés sur le substrat où ils poursuivraient leur cycle de vie. Cette technique permettrait qu'une fois adultes les individus restent sur le site choisi. Cette stratégie devrait non seulement accroître la protection des langoustes, mais également augmenter les possibilités de captures dans un avenir proche pour les pêcheurs.</p>	
Mots clefs : <i>P. elephas</i> , Réintroduction, Méditerranée, BioRestore	
Abstract	
<p>European populations of the spiny lobster <i>Palinurus elephas</i> have suffered a sharp decline in recent decades due to overfishing, bycatch and the use of destructive fishing methods. Classified as "vulnerable" by the IUCN since 2013, this species has become increasingly rare and costly, also impacting local ecosystems through the decline in their biomass.</p>	
<p>Fishing regulations are already in place to try and limit the disappearance of the resource. In addition to these regulations, conservation measures can be put in place with the aim of restoring this precious species and supporting coastal fishing activities as well as the marine ecosystem. LAGOSTA, an aquaculture start-up based in Monaco, wants to set up a conservation program aimed at reintroducing the spiny lobster into the waters of the Provence-Alpes-Côte d'Azur region and Monaco. The aim is to achieve a stable spiny lobster population that will help restore the ecological balance and benefit local fisheries in the long term.</p>	
<p>As part of the project, <i>P. elephas</i> larvae would be introduced into two pre-selected sites, protected from fishing, predators and currents by the BioRestore device. The nets would be left in place until the lobsters reach the juvenile stage. The juveniles would then be released onto the substrate where they would continue their life cycle. This technique would ensure that, once adults, the individuals would remain on the chosen site. This strategy should not only enhance the protection of lobsters, but also increase catch opportunities for fishermen in the near future.</p>	
Key words: <i>P. elephas</i> , Reintroduction, Mediterranean, BioRestore	

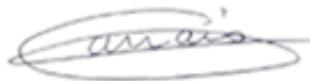
Engagement de non-plagiat

Je, soussigné(e),.....Anaïs GENIE.....

déclare être pleinement conscient(e) que le plagiat de documents ou d'une partie d'un document publiés sur toutes formes de support, y compris l'internet, constitue une violation des droits d'auteur ainsi qu'une fraude caractérisée.

En conséquence, je m'engage à citer toutes les sources que j'ai utilisées pour écrire ce rapport ou mémoire.

Nom-Prénom :GENIE Anaïs.....



Cet engagement de non-plagiat doit être inséré en première page de tous les rapports, dossiers, mémoires.

Remerciements

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à Magali SCHWEIZER, mon enseignante tutrice, pour ses réponses éclairées et ses conseils avisés qui ont été d'une grande aide.

Je souhaite également adresser des remerciements particuliers à Sébastien FERRAZ, mon maître de stage, pour son accompagnement exceptionnel. Son soutien indéfectible a été essentiel à ma progression. Grâce à lui, j'ai pu développer mes connaissances et mes compétences dans un environnement stimulant et bienveillant.

Enfin, je tiens à remercier chaleureusement toutes les personnes qui ont contribué à la réalisation et au perfectionnement de mon rapport. Leurs suggestions constructives m'ont permis d'apporter les améliorations nécessaires pour aboutir à un travail de qualité.

Table des matières

Remerciements	
Liste des figures et tableaux	
Préambule	
Introduction	1
Actions mises en place pour la protection de <i>Palinurus elephas</i>	2
Conventions.....	2
Régulation de la pêche de <i>Palinurus elephas</i> en France	2
Projet de réintroduction de <i>Palinurus elephas</i> en Méditerranée	2
Méthodologie.....	3
Technique du projet.....	3
Continuité du projet.....	3
Sites retenus.....	3
Partenaires	4
Retombées du projet.....	5
Bibliographie	
Webographie	
Annexes	

Liste des figures et tableaux

Tableau I : Caractérisation des lieux retenus pour la réalisation du projet.....	4
Tableau II: Récapitulatif des partenaires du projet et missions dévolues.....	4
Annexe 1: Carte de répartition de P. Elephas (Atlantique Est, archipels des Açores, de Madère et des Canaries, ainsi que dans toute la mer Méditerranée).....	
Annexe 2: Cycle de vie de P. Elephas se réalisant en environ 5 ans	
Annexe 3 : Analyse de l'impact trophique mixte de la Côte Est en Corse. L'épaisseur de la flèche dépend de la valeur d'impact pour les impacts positifs(flèches grises en pointillés) et négatifs (flèches rouges pleines).	
Annexe 4 : Projet d'élevage de poissons ORREA en France par ECOCEAN avec le dispositif BioRestore (filets).....	
Annexe 5: Capture d'écran du logiciel SpinView utilisées pour l'identification des langoustes	
Annexe 6: Etapes du projet avec échéancier.....	
Annexe 7: Carte des 2 zones possibles de réimplantation de P. elephas à Monaco et sur le département des Alpes-Maritimes (06)	
Annexe 8 : Témoignage du dernier pêcheur à Monaco à propos de la pêche de la langouste	
Annexe 9: Présentation de la structure d'accueil afin d'avoir une idée de l'environnement professionnel.....	

Préambule

LAGOSTA est une start-up monégasque créée en 2013 par ses co-fondateurs Sébastien FERRAZ et Christophe MAIER. LAGOSTA possède une ferme aquacole européenne de langoustes *Palinurus elephas*, comprenant environ 400 adultes. Les langoustes y croissent cinq fois plus vite que dans la nature grâce à un système d'aquaculture innovant, semi-recirculée en bassins, sans recours aux antibiotiques, ni aux hormones, ou produits chimiques, et grâce à une alimentation 100% biologique. À l'origine, les langoustes étaient élevées à des fins alimentaires. Lorsque les langoustes muent, elles génèrent une carapace considérée alors comme déchet, et cela à mesure qu'elles grossissent. Dans une volonté de produire un produit éco-responsable, les fondateurs ont décidé de valoriser ces co-produits en les recyclant pour diminuer au maximum leur impact en limitant leurs déchets. Ainsi, LAGOSTA valorise ces mues à travers l'extraction d'une molécule à fort intérêt thérapeutique : le chitosane, un bicomposé largement utilisé en pharmaceutique. Cette nouvelle activité leur permet de dégager des revenus supplémentaires mais essentiellement de soutenir le développement de nouveaux traitements thérapeutiques.

Afin de réduire au maximum son empreinte environnementale et dans un souci d'éco-responsabilité, LAGOSTA souhaite développer un projet de conservation pour repeupler les côtes de la Méditerranée de langoustes et réimplanter une population saine, dans des sites où les menaces de surpêche sont minimes. L'objectif principal est d'atteindre une population stable et durable de *Palinurus elephas* à Monaco ainsi que dans le département des Alpes-Maritimes (06) en réintroduisant l'espèce. À terme, la start-up ambitionne de surveiller la population réintroduite de *P. elephas* en collaboration avec d'autres organismes tels qu'ECOSEAS.

Les objectifs fixés pour mon stage étaient de collecter des informations afin de compléter les données manquantes au projet en vue de sa réalisation, de préparer les réponses aux candidatures des appels à projets, ainsi que de fournir des informations convaincantes aux partenaires et aux financeurs. À cet effet, des fichiers synthèse ont été élaborés.

Introduction

La Méditerranée, est un bassin maritime, doté d'une biodiversité unique et d'une position géographique stratégique. Elle abrite une multitude d'espèces marines essentielles à l'équilibre écologique régional et mondial. Cependant, les pressions anthropiques croissantes, telles que la surpêche, la pollution, la dégradation des habitats côtiers et les changements climatiques, menacent sérieusement la survie de ces espèces. Selon un bilan de 2022 réalisé par l'IFREMER, la Méditerranée est l'une des régions marines les plus touchées par la surpêche, avec plus de 86% des stocks de poissons surexploités. La langouste royale, *Palinurus elephas*, ne fait pas exception parmi ces espèces surexploitées. Considérée comme la langouste la plus abondante et la plus accessible (Santos et al., 2022), elle est victime de son succès. Elle occupe une place de choix sur les étals à un prix moyen de 50 à 100 €/kg, ce qui amplifie sa surexploitation. Les changements dans les techniques de pêche et l'augmentation de l'effort dû à la modernisation de la flotte de pêche ont entraîné une diminution significative de la population de *P. elephas* ; les captures mondiales sont passées d'environ 820 tonnes en 1960-1979 à environ 385 tonnes entre 2000-2019 (Santos et al., 2022). Le même constat s'applique en Méditerranée ; dans les années 1950, en Corse, environ 300 tonnes de langoustes étaient pêchées alors que seules 61 tonnes en moyenne le furent ces trois dernières années (Groeneveld et al., 2013). La pêche de la langouste est très importante pour l'économie Méditerranéenne. En Corse, 70% des revenus de la pêche sont générés par la langouste, ce qui représente un revenu de plus de 4 millions d'euros par an (Stella Mare, 2021). Le constat de la diminution des captures de *P. elephas* couplé à la diminution constante de sa population (Goñi et al., 2013) a poussé l'IUCN à classer *P. elephas* en espèce « vulnérable » en 2013.

P. elephas est une espèce de langouste d'eau tempérée répartie dans l'Atlantique Est, en passant par les archipels des Açores, de Madère et des Canaries, ainsi que dans toute la mer Méditerranée (Annexe 1). Dans la mer Méditerranée occidentale, les langoustes adultes se trouvent principalement entre 50 et 100 m de profondeur, sur des fonds rocheux et coralligènes, avec de nombreux endroits de protection et micro-grottes (Ceccaldi et al., 2000). Pour atteindre le stade adulte, les individus passent du stade d'œuf à phyllosoma, à puerulus puis juvénile et adulte (Annexe 2). Les adultes vivent seuls, en couple ou en petits groupes. Cependant, il peut exister une ségrégation entre les juvéniles (> 30 mm) qui migrent vers des régions plus profondes que celles occupées par les adultes (> 75 mm). Cela permet de limiter vraisemblablement la compétition intraspécifique pour l'espace ainsi que pour les réserves de nourriture (Spanier et al., 1998). Après la maturité sexuelle, les femelles grandissent plus lentement que les mâles. Les femelles varient de 36,9 à 114,1 mm du céphalothorax jusqu'à la queue, tandis que les mâles varient de 23,5 à 139,5 mm du céphalothorax jusqu'à la queue (Mulas et al., 2022). Les plus grands individus peuvent atteindre 50 cm au maximum.

Sur les côtes de la Méditerranée occidentale, la langouste est chassée par des prédateurs tels que la murène et le congre. Elle peut également être chassée par des pinnipèdes selon son aire de répartition. Elle se nourrit d'échinodermes, de mollusques dont elle parvient à briser les coquilles grâce à ses fortes pièces buccales. Opportuniste, elle peut également se nourrir d'algues, d'éponges, de bryozoaires, d'annélides (Annexe 3).

Afin de préserver les écosystèmes côtiers et garantir la disponibilité de cette espèce pour les années à venir, des mesures sont nécessaires pour optimiser sa conservation. Parmi les options envisageables figurent les restrictions de pêche et les programmes de conservation.

Ce rapport tentera de répondre à la problématique suivante : quelles actions pour la mise en place et la gestion d'un programme de préservation de la biodiversité au travers le réensemencement de la langouste royale (*P. elephas*) en Méditerranée ?

Pour se faire, le rapport sera structuré autour des étapes clés pour la conception du projet de préservation de la langouste royale. La première étape, examinera les initiatives de préservation existantes en France. Dans un second temps, il sera question d'aborder la conceptualisation du projet, puis de sélectionner des sites de mise en œuvre pour le projet, identifier les partenaires indispensables pour SA mise en place et les sources de financement nécessaires. Enfin, il conviendra de planifier les retombées possibles du projet.

Actions mises en place pour la protection de *Palinurus elephas*

Conventions

Au fil des années, la protection de *Palinurus elephas* est inscrite dans d'avantage de conventions. En 1998 *P. elephas* a rejoint la Convention de Berne dans l'annexe III, elle concerne la conservation de la vie sauvage et des habitats naturel de l'Europe. L'annexe III, répertorie les espèces de faune dont l'exploitation est réglementée pour garantir que leurs populations restent viables et que leur utilisation est durable. La Convention sur la protection du milieu marin et du littoral de la Méditerranée de 2007 a permis de classer *P. elephas* également en Annexe III. L'Annexe III concerne les espèces menacées ou en voie de disparition dont l'exploitation est réglementée. Depuis 2013, *P. elephas* est également classée comme "Vulnérable" dans la Liste Rouge des espèces menacées de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (IUCN).

Régulation de la pêche de *Palinurus elephas* en France

Ces différentes conventions ont donc permis de réguler la pêche de *P. elephas*. En France, la saison de pêche s'étend de début octobre à fin avril. Cette période correspond au moment où les femelles portent leurs œufs. Dans une étude de Goñi en 2003, les femelles œuvées capturées lors de relevés en août et en septembre ne contenaient que des œufs de stade 1 (les yeux embryonnaires ne sont pas visibles), tandis que les femelles capturées lors de relevés en février portaient exclusivement des œufs de stade 3 (yeux visibles à l'œil nu). Il est interdit de prélever des femelles œuvées, elles doivent être relâchées. Il existe également une taille réglementaire de pêche. Selon l'arrêté du 26 octobre 2012 déterminant la taille minimale ou le poids minimal de capture des poissons et autres organismes marins, sur le littoral Atlantique, la pêche de *P. elephas* est possible à partir d'une taille réglementaire de 11 cm du céphalothorax jusqu'à la queue. En Méditerranée, la taille réglementaire de pêche est de 9 cm. Il a été démontré que la taille de 90 mm ne protège qu'environ 1 % de la production potentielle d'œufs de la population. La fécondité relative maximale se produit chez les femelles dont la taille du céphalothorax jusqu'à la queue se trouve entre 100 à 110 mm. À 11 cm, il est estimé que l'individu s'est reproduit au moins une fois (Goñi et al, 2003). Une femelle de 23 cm de longueur pond environ 13 000 œufs, une femelle de 34 cm pond 134 000 œufs (Goñi et al, 2003). Dans le futur, il serait donc intéressant d'essayer de durcir la réglementation en Méditerranée en ce qui concerne la taille des captures autorisée pour l'espèce.

Projet de réintroduction de *Palinurus elephas* en Méditerranée

D'autres actions sont possibles pour la conservation de *P. elephas*. Différentes actions de réintroduction ont déjà pu voir le jour. Ici, l'idée du projet se démarque des autres projets de réintroduction de *P. elephas* déjà mis en place. En effet, ce projet ne serait pas basé sur la réintroduction d'individus adultes inférieur à la taille de capture comme cela se fait souvent, mais sur l'introduction de larves directement dans le milieu. L'objectif de ce projet de réintroduction vise à vérifier les effets d'une nouvelle technique, en vue de la mettre en place à une plus grande échelle dans un avenir proche. À terme, le projet permettra de pérenniser la ressource de langoustes en Méditerranée.

Méthodologie

Technique du projet

Les individus de *Palinurus elephas* seraient prélevés par des pêcheurs du CPDEM06, qui sont partenaires du projet, puis livrés à LAGOSTA. Les langoustes seraient ensuite reproduites entre elles jusqu'à l'obtention de larves. Les larves obtenues à LAGOSTA seraient transportées jusqu'au site de réintroduction. En utilisant le projet BioRestore de ECOCEAN (Annexe 4), les larves seraient placées sous filets pour les protéger. En milieu naturel, nous retrouvons un faible nombre de larves de *P. elephas* du fait des courants qui transportent les larves au large, ainsi qu'une forte prédatation. Pour le projet, les filets auraient un maillage suffisamment petit pour retenir les larves et empêcher tout prédateur de passer, tout en permettant le passage du phytoplancton et du zooplancton plus petits, indispensables à la nourriture des larves de langouste. Les juvéniles obtenus pourraient ainsi s'attacher par la suite directement au fond de la mer dans le périmètre de l'ouverture du filet. Les filets seraient installés à 10-15 mètres de profondeur, le sommet étant attaché à une bouée pour le maintenir tendu. Cette profondeur correspond à la profondeur d'installation des larves en Méditerranée en milieu naturel (GibsonHall et al., 2018).

L'utilisation du projet BioRestore permettrait d'augmenter la survie des larves. Elles resteraient dans les filets pendant 5 à 6 mois (durée du développement larvaire en Méditerranée) avec une mise en place vers décembre, pour correspondre à la période d'installation des juvéniles de juin à juillet (Mercer, 1973). Cette méthode permettrait aux larves de bénéficier des cycles océaniques naturels et des remontées d'eau tout en bénéficiant d'une protection contre les prédateurs et d'un substrat auquel s'attacher lorsqu'elles deviennent juvéniles. Implanter les individus dès le stade larvaire assurerait leur maintien sur le site au stade adulte (Mulas et al., 2022). Par la suite, nous espérons que la réintroduction favorisera la dispersion des langoustes dans les zones environnantes, créant une ressource additionnelle pour les pêcheurs par effet de spill-over (débordement). En annexe 6 se trouve un tableau récapitulatif de chaque étape ainsi que la chronologie.

Continuité du projet

Afin de garantir le succès du projet, LAGOSTA propose de suivre ce dernier en utilisant une technique d'identification élaborée par leurs soins, à savoir de répertorier chaque individu de *P. elephas* en s'appuyant sur les tâches présentes sur la queue, avec l'assistance d'une intelligence artificielle (Annexe 5). Avant de lancer ce processus d'identification, un travail préalable d'enrichissement de la base de données serait mené avec le recours de plongeurs qui référenceraient les langoustes présentent naturellement sur les sites. Après le lancement du projet, il faudrait compter au minimum 4 ans de suivi. Lors des 6 premiers mois, les plongeurs se rendraient sur les sites 1 fois par semaine, puis 1 fois par mois pendant 1 an pour observer les juvéniles, enfin 1 fois tous les 2 mois pour les 2 dernières années. La participation des pêcheurs est aussi essentielle car ils effectueraient une identification sur chacune de leurs prises afin de déterminer si elles proviennent des individus introduits ou du milieu naturel.

Cependant, comme pour toute réintroduction, le risque de pollution génétique doit également être pris en compte (apparition de divergence chez les individus générés en élevage), et des mesures doivent être envisagées pour éliminer ce risque. De telles mesures pourraient inclure le renouvellement de la population des géniteurs après chaque éclosion de larves.

Sites retenus

Pour s'assurer de répondre aux caractéristiques de l'espèce et pour le bon déroulement du projet, 2 sites ont été préalablement retenus. Les données ont été récoltées à

l'aide des sites MEDTRIX, MEDAMP et DONIA, regroupées dans le tableau I. La localisation des sites est présentée dans l'annexe 7.

Tableau I : Caractérisation des lieux retenus pour la réalisation du projet

Caractéristiques	Cantonnement de pêche de Péquerolle	Zone héliport Monaco
Habitats	Vases, sables, herbiers, roches, coralligène	Roches, herbiers
Profondeur	-12 à -50 m	0 à -40 m
Protection	Cantonnement de pêche de Péquerolle + Zone Natura 2000 en mer de la Baie du site Antibes-Iles de Lérins	Zone strictement contrôlée pour éviter toute interférence avec les hélicoptères en décollage ou en atterrissage donc pas d'activité humaine dans cette zone
Surface	67,94 ha	300 mètres autour de l'héliport
Date de création	20/10/2020	1976
Distance du site jusqu'à LAGOSTA	47 km	2 km

Le projet n'étant pas encore lancé, différentes questions restent encore en suspens avant validation des sites. Par exemple, il n'y a pas d'information concernant la présence de prédateurs sur les sites (ex : murènes, congres), ni si la ressource alimentaire est suffisante pour les individus (ex : crustacés). Encore, des langoustes sont-elles déjà présentes sur les sites ? Enfin, il faut s'assurer qu'il existe des recoins où les langoustes pourront s'introduire.

Partenaires

Pour pouvoir réaliser ce projet de grande ampleur, une aide financière mais aussi technique nécessite de nombreux partenaires (ceux-ci ont été regroupés dans le tableau II). Le coût du projet est estimé à environ 143 000 €.

Tableau II: Récapitulatif des partenaires du projet et missions dévolues

Organismes	Description
	Mise en relation les différents partenaires pour la réalisation du projet + Fécondation des langoustes pour obtenir les larves qui seront relâchées ensuite dans les milieux choisis
	Mise à disposition du dispositif BioRestore + Suivi des populations + Nettoyage des filets
	Mise à disposition de la ressource vivante à LAGOSTA + Identification de <i>Palinurus elephas</i> afin de savoir si l'individu pêché vient du milieu naturel ou du programme de réintroduction
	Etat initial des sites de restauration + Suivi des populations
 Gouvernement Princier PRINCIPAUTÉ DE MONACO	Validation du projet sur le territoire + Aide au bon déroulement du projet + Financeur
 DÉPARTEMENT DES ALPES-MARITIMES	Validation du projet sur le territoire + Aide au bon déroulement du projet + Financeur
	Financeur
	Financeur possible à travers l'appel à projet LIFE
	Financeur possible à travers l'appel à projet Mission Nature 2024

La complexité du projet réside dans le fait que, pour le moment, LAGOSTA le porteur du projet est une start-up monégasque. Afin de répondre aux appels à projets français ou européens, il

est nécessaire que la structure porteuse du projet soit en France. Il faut donc trouver une structure qui acceptera ce rôle et qui répondra aux appels à projets à la place de LAGOSTA, même si cette dernière resterait coordinatrice du projet.

Retombées du projet

De nombreux avantages pourraient découler de ce projet, tout d'abord pour les pêcheurs qui constatent une diminution du nombre de prises d'année en année (Annexe 8). Cela pourrait initialement sembler être un désavantage, sachant qu'il existe une nouvelle ressource mais qu'ils ne peuvent pas y accéder pour le moment. Cependant, grâce aux anciens projets de réintroduction, des retombées très encourageantes pour la pêche ont été observées. Sur l'île Columbretes (Espagne) en 1997, un rétablissement de *P. elephas* a été effectué dans une grande réserve marine interdite à la pêche. Après 25 ans de protection, une période proche de la durée de vie de l'espèce, une probabilité d'émigration annuelle de 3,7 % pour les femelles et de 6,7 % pour les mâles a été observée. Pendant la période de protection de 8 à 17 ans, les retombées récoltées ont compensé la perte de rendement résultant de la réduction des zones de pêche mises en réserve, produisant un bénéfice net annuel moyen de 10 % des captures en poids pour les pêcheurs (Goñi et al, 2010). En Sardaigne en 2014, un programme de repeuplement de 5 ans dans 3 aires protégées, réapprovisionnées à l'aide de juvéniles sauvages de taille inférieure à la taille légale de pêche, a permis aux captures par unité d'effort, en termes de densité et de biomasse, d'augmenter (d'environ 300 à 700 %) seulement 2 ans après l'établissement des aires protégées (Cau et al, 2019). D'autres projets montrent de nombreuses autres réussites.

Ainsi, le projet permettrait aux pêcheurs de retrouver de la ressource pour la pêche de langoustes. De plus, les pêcheurs pourraient être témoins de leur impact, de leur rôle crucial en tant que « producteurs de langouste » plutôt que représenter une menace pour l'espèce (Cau et al, 2019). Mais le projet profiterait également à l'économie circulaire, puisque les pêcheurs pourraient proposer à nouveau un produit local plutôt que d'importer la ressource.

Cela pourrait également aider la biodiversité tout entière en solidifiant les réseaux trophiques. Ce qui aurait également des retombées sur le tourisme, très important sur la Côte d'Azur, en proposant aux plongeurs d'observer à nouveau des langoustes. En plus de la pêche, cette activité peut présenter de nombreux effets bénéfiques pour les communes qui font partie du projet. Ce projet contribuera à pérenniser la ressource, à consolider les entreprises du secteur maritime et créer des opportunités d'emploi dans la région. Il participera également au renforcement du partenariat entre les différents acteurs de la zone CDPMEM/Universités/Département 06/ LAGOSTA.

Si le projet montre des résultats encourageants, il pourrait être reproduit sur d'autres sites afin de pérenniser la ressource en Méditerranée. Un tel projet pourrait également servir de modèle pour la réintroduction d'autres espèces marines fortement impactées par les activités anthropiques telles que la surpêche, la pollution afin de préserver l'ensemble de la biodiversité marine.

Bibliographie

CAU, Alessandro, BELLODI, Andrea, CANNAS, Rita, et al. European spiny lobster recovery from overfishing enhanced through active restocking in Fully Protected Areas. *Scientific reports*, 2019, vol. 9, no 1, p. 13025.

CECCALDI, H. J. et LATROUITE, D. The French fisheries for the European spiny lobster Palinurus elephas. *Spiny Lobsters : Fisheries and Culture*, 2000, p. 200-209.

Convention sur la protection du milieu marin et du littoral de la Méditerranée et ses protocoles, Programme des Nations Unies pour l'environnement Plan d'action pour la Méditerranée, Athènes, 2007, p.176

DÍAZ, David, MALLOL, Sandra, PARMA, Ana M., et al. A 25-year marine reserve as proxy for the unfished condition of an exploited species. *Biological Conservation*, 2016, vol. 203, p. 97-107.

FOLLESA, Maria Cristina, CANNAS, Rita, CAU, Alessandro. Spillover effects of a Mediterranean marine protected area on the European spiny lobster Palinurus elephas (Fabricius, 1787) resource. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 2011, vol. 21, no 6, p. 564-572.

GOÑI, Raquel, HILBORN, Ray, DÍAZ, David et al. Net contribution of marine reserve benefits to fishery catches. Series on advances in marine ecology, 2010, vol. 400, p. 233-243.

GOÑI, Raquel, QUETGLAS, Antoni, et REÑONES, Olga. Mature size, fecundity and reproductive potential of a protected population of the western Mediterranean spiny lobster Palinurus elephas (Fabricius, 1787). *Marine biology*, 2003, vol. 143, n° 3, p. 583-592.

Groeneveld, J.C., Goñi, R., Diaz, D. 2013. Palinurus Species. In: Phillips, B.F. (ed.), *Lobsters: Biology, Management, Aquaculture and Fisheries*, pp. 326-356. John Wiley and Sons, Oxford.

LENIHAN, Hunter S., GALLAGHER, Jordan P., PETERS, Joseph R., et al. Proof that spinoffs from marine protected areas benefit the spiny lobster (*Panulirus interrompu*) fishery in Southern California. *Scientific reports*, 2021, vol. 11, n° 1, p. 2663.

MERCER, J. P. Littoral and Benthic Investigations on the West Coast of Ireland: II (Section B: Shellfish Investigations). The Occurrence of Palinurus mauritanicus Gruvel, 1911 on the West Coast of Ireland (Decapoda, Palinuridae). In: *Proceedings of the Royal Irish Academy. Section B: Biological, Geological, and Chemical Science*. Royal Irish Academy, 1973. p. 445-449.

MERCER, JP Coastal and benthic surveys on the west coast of Ireland: II (Section B: Shellfish surveys). The appearance of Palinurus mauritanicus Gruvel, 1911 on the west coast of Ireland (Decapoda, Palinuridae). In : *Actes de la Royal Irish Academy. Section B : Sciences biologiques, géologiques et chimiques*. Académie royale irlandaise, 1973. p. 445-449.

MULAS, Antonello, SBARAGLIA, Simone, BELLODI, Andrea. *Movement pattern analysis as a tool in the design of fully protected areas: influence of movements on distances covered by Palinurus elephas (Fabr. 1787) in Sardinian APFs (central-western Mediterranean)*. *Marine environment research*, 2022, vol. 182, p. 105766.

SANTOS, Régis, PEIXOTO, Ualerson Iran, MEDEIROS-LEAL, Wendell, et al. Demography and yield - Per-recruit assessment of the vulnerable spiny lobster Palinurus elephas in the Azores - Implications for fisheries conservation and management. *Biologie*, 2022, vol. 11, n° 3, p. 474.

SPANIER, E., MCKENZIE, TP, COBB, JS *et coll.* Behavior of juvenile American lobsters, *Homarus americanus*, under risk of predation. *Marine biology*, 1998, vol. 130, p. 397-406.

VANALDERWEIRELDT, Lucie, ALBOUY, Camille, LE LOC'H, François, *et al.* Ecosystem modeling of the eastern coast of Corsica (ECC): Case study of one of the least trawled shelves in the Mediterranean Sea. *Marine Systems Journal*, 2022, vol. 235, p. 103798.

Webographie

« Arrêté du 26 octobre 2012 déterminant la taille minimale ou le poids minimal de capture des poissons et autres organismes marins (pour une espèce donnée ou pour une zone géographique donnée) effectuée dans le cadre de la pêche maritime de loisir - Légifrance ». Consulté le 7 mai 2024. <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000026582115>.

« Bilan 2022 : la surpêche recule mais l'objectif de 100% de poissons issus de populations exploitées durablement n'est pas atteint | Ifremer ». Consulté le 6 mai 2024. <https://www.ifremer.fr/fr/actualites/bilan-2022-la-surpeche-recule-mais-l-objectif-de-100-de-poissons-issus-de-populations>.

« Carte de l'ensemble des aires marines protégées et des réserves de pêche des côtes françaises de la Méditerranée. » Consulté le 7 mai 2024. <http://www.medamp.org/index.php/fr/9-uncategorised/166-medamp-renvoi-13b-carte-de-l-ensemble-des-aires-marines-protegees>.

« Medtrix | ». Consulté le 7 mai 2024. <https://medtrix.fr/portfolio-tag/etat-ecologique/>.

« Palinurus elephas (langouste commune) ». Consulté le 6 mai 2024. <https://www.iucnredlist.org/species/169975/1281221>.

Chauveau, Loïc. « La belle résurrection de la langouste rouge de Bretagne ». *Sciences et Avenir*, 22 décembre 2021. https://www.sciencesetavenir.fr/animaux/animaux-marins/la-belle-resurrection-de-la-langouste-rouge-de-bretagne_159996.

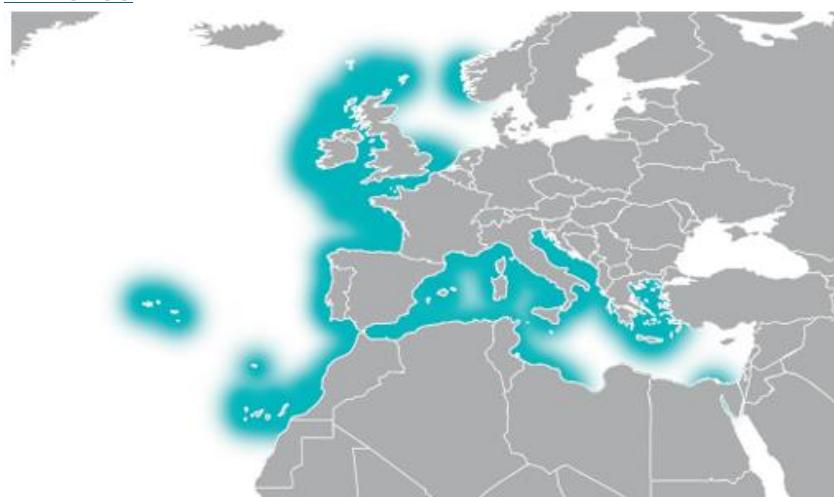
Donia. « Carte ». Consulté le 7 mai 2024. <https://donaia.fr/carte/>.

Maxisciences. « Des langoustes rouges réintroduites en Méditerranée », 2 septembre 2012. https://www.maxisciences.com/sciences/geologie/des-langoustes-rouges-reintroduites-en-mediterranee_art26292.html.

Naturelle, Museum national d'Histoire. « Palinurus elephas (Fabricius, 1787) - Langouste commune (La), Langouste européenne (La), Langouste rouge (La), Langouste bretonne (La), Langouste royale (La), Agousta, Aliousta, Raoste (Le) ». Inventaire National du Patrimoine Naturel. Consulté le 6 mai 2024. https://inpn.mnhn.fr/espece/cd_nom/18441.

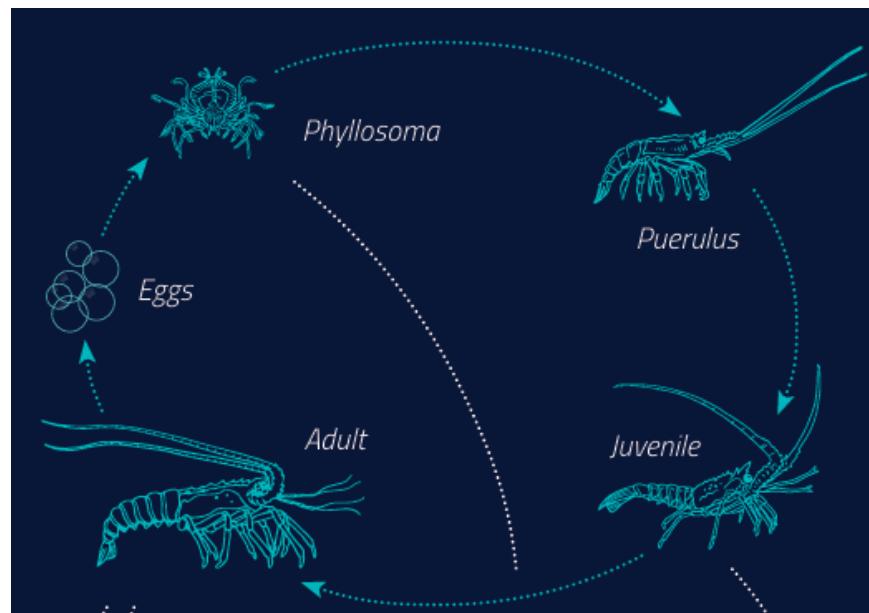
Università di Corsica Pasquale Paoli. « Langouste rouge Palinurus elephas : La plateforme Stella Mare est l'un des trois laboratoires au monde à avoir obtenu des juvéniles ». Consulté le 16 mai 2024. <https://www.universita.corsica/fr/recherche/plateforme-halieutique-stella-mare/juvenilelangouste2021/>.

Annexes



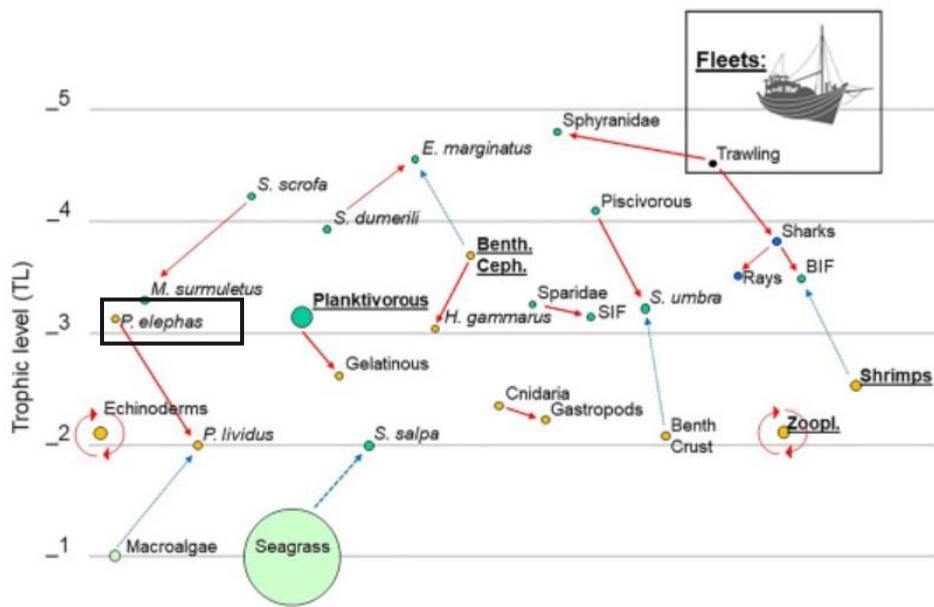
Annexe 1: Carte de répartition de *P. Elephas* (Atlantique Est, archipels des Açores, de Madère et des Canaries, ainsi que dans toute la mer Méditerranée)

Source: LAGOSTA



Annexe 2: Cycle de vie de *P. Elephas* se réalisant en environ 5 ans

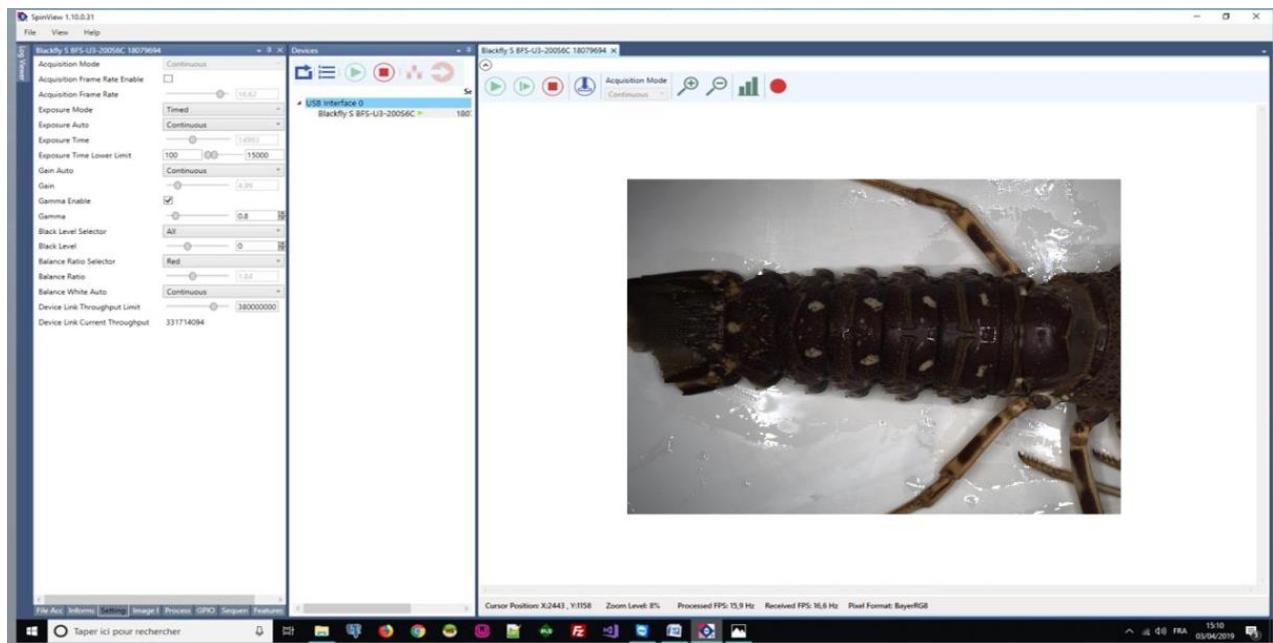
Source : LAGOSTA



Annexe 3 : Analyse de l'impact trophique mixte de la Côte Est en Corse. L'épaisseur de la flèche dépend de la valeur d'impact pour les impacts positifs (flèches grises en pointillés) et négatifs (flèches rouges pleines).
Source : L. Vanalderweireldt et al, 2022



Annexe 4 : Projet d'élevage de poissons ORREA en France par ECOCEAN avec le dispositif BioRestore (filets)
Source : Rémy Dubas



Annexe 5: Capture d'écran du logiciel SpinView utilisées pour l'identification des langoustes

Nom de l'opération	Description, méthode	Échéancier
Etat initial + Stock (<i>P. elephas</i>)	Des plongeurs se rendraient sur les différents sites pour effectuer un inventaire des espèces présentes+ description de l'habitat	Avant décembre 2024
Pêche des langoustes	Pêche des langoustes proches de Monaco grâce à l'aide des pêcheurs partenaires	Septembre/octobre 2024
Production de larves	Reproduction des langoustes dans les aquariums de LAGOSTA afin d'obtenir des larves	Septembre/octobre 2024
Transport et plongée jusqu'au site	Nécessité de transporter les larves de LAGOSTA jusqu'aux sites de réintroduction	Décembre 2024
Développement des larves jusqu'au stade de juvéniles	A l'aide du projet BioRestore les larves seraient protégées par des filets de protection contre les prédateurs et éviter de dériver en raison des courants, tout en laissant passer du zooplancton et phytoplancton.	Décembre 2024 - Mai 2025
Relâchement des individus	Une fois adultes, il faut retirer le dispositif BioRestore afin de laisser les adultes se disperser dans la zone.	Mai/Juin 024

Suivi	<p>4 ans de suivi à l'aide du dispositif créé par LAGOSTA. Des plongeurs iraient sur site assurer le nettoyage des filets et vérifier la croissance :</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1 fois/semaine pendant les 6 premiers mois - 1 fois/mois pendant 1 an pour les juvéniles - 1 fois/2 mois pour les 2 années suivantes <p>Les pêcheurs partenaires utiliseraient le logiciel d'identification afin de savoir si les langoustes pêchées proviennent du milieu ou du programme de réintroduction</p>	Juin 2024 - Juin 2028
-------	---	-----------------------

Annexe 6: Etapes du projet avec échéancier



Annexe 7: Carte des 2 zones possibles de réimplantation de *P. elephas* à Monaco et sur le département des Alpes-Maritimes (06)



Eric Rinaldi, dernier pêcheur à Monaco

« À Monaco, hormis l'air marine protégée du Larvotto, je ne trouve plus de langouste. J'en trouve seulement proche du cantonnement de pêche de Cap d'Ail mais elles sont trop petites pour être pêchées. »

Annexe 8 : Témoignage du dernier pêcheur à Monaco à propos de la pêche de la langouste



LAGOSTA est une start-up monégasque spécialisée dans l'élevage durable de la langouste européenne (*Palinurus elephas*) a des fins alimentaires. Elle valorise aussi les sous-produits issus de cet élevage en les transformant en nouveaux produits à destination de la pharmaceutique. LAGOSTA s'engage également dans des programmes de préservation de la biodiversité, notamment par le réensemencement de *P. elephas*.

La start-up dispose de locaux à Monaco, où se trouvent les aquariums pour l'élevage des langoustes, et elle commence à s'étendre en ouvrant de nouveaux locaux au Portugal. Ne possédant pas de bureaux à Monaco (seulement les aquariums), j'ai réalisé la majeure partie de mon stage en télétravail, en communiquant très régulièrement avec mon maître de stage par réunions visio (via Teams), mails ou appels mais aussi en réunions en présentiel.

Annexe 9: Présentation de la structure d'accueil afin d'avoir une idée de l'environnement professionnel