

SUIVI DU GISEMENT NATUREL DE MODIOLES DE L'AVANT-PORT DE SAINT-LEU (LA REUNION)

Suivi du gisement naturel de Modioles (*Modiolus auriculatus*) dans la zone avant-port de Saint-Leu dans le cadre de la mise en œuvre du suivi des contaminants chimiques dans le biote (Réseau de Contrôle de Surveillance de la Directive Cadre sur l'Eau)

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



Convention ONEMA(AFB)/IFREMER – Convention 2016 / Action N° 18

Fiche documentaire

Titre du rapport : SUIVI DU GISEMENT NATUREL DE MODIOLES DE L'AVANT-PORT DE SAINT-LEU (LA REUNION)	
Référence interne : R.RBE/DOI/2018-004 Diffusion : <input checked="" type="checkbox"/> libre (internet) <input type="checkbox"/> restreinte (intranet) - date de levée d'embargo : / <input type="checkbox"/> interdite (confidentielle) - date de levée de confidentialité : /	Date de publication : 2018/Mars Version : 1.0.0 Référence de l'illustration de couverture Sans objet Langue(s) : Français
Résumé/ Abstract : Dans le cadre du Réseau de Contrôle de Surveillance de la DCE, le suivi des contaminants chimiques à la Réunion est réalisé entre autres sur le "biote" en utilisant la méthode du caging de Modioles. Cette technique nécessite la collecte d'un nombre important d'individus, sur le site de Saint-Leu, faisant partie de la Réserve Naturelle Marine de la Réunion. Afin de vérifier si ce prélèvement a un impact sur le gisement naturel, l'autorisation de prélèvement a été assortie d'une obligation de suivi annuel des modioles. Ce rapport présente les différents protocoles validés par le GT "Eaux littorales DCE" La Réunion qui ont été mis en œuvre pour la réalisation du suivi ainsi que les résultats obtenus.	
Mots-clés/ Key words Délégation Ifremer océan Indien ; gisement naturel ; modioles ; La Réunion ; Saint-Leu	
Comment citer ce document : TREGUIER Cathy, LOCHU Solenn, SABATHE Yoann, MAUREL Laurence, MILLER Brice, DUVAL Magali (2018). Suivi du gisement naturel de modioles de l'avant-port de Saint Leu (La Réunion). R.RBE/DOI/2018-004	
Disponibilité des données de la recherche : sans objet	
DOI : sans objet	
Commanditaire du rapport : Bassin La Réunion (DEAL)	
Nom / référence du contrat : Convention ONEMA / IFREMER – Convention 2017 / Action n°18 <input type="checkbox"/> Rapport intermédiaire <input checked="" type="checkbox"/> Rapport définitif	
Projets dans lesquels ce rapport s'inscrit (programme européen, campagne, etc.) : P301-0003-17	
Auteur(s) / adresse mail TREGUIER Cathy / cathy.treguier@ifremer.fr LOCHU Solenn / solenn.lochu@ifremer.fr SABATHE Yoann / yoann.sabathe@ifremer.fr MAUREL Laurence / laurence.maurel@ifremer.fr MILLER Brice / brice.miller@ifremer.fr DUVAL Magali / magali.duval@ifremer.fr	Affiliation / Direction / Service, laboratoire IFREMER Délégation océan Indien Station de La Réunion Département Ressources Biologiques et Environnement
Encadrement(s) : /	
Destinataire : Bassin La Réunion (DEAL)	
Validé par : Magali DUVAL (magali.duval@ifremer.fr), Pascal TALEC (Pascal.Talec@developpement-durable.gouv.fr)	

Contenu

1. Introduction.....	7
2. Quelques éléments de contexte	8
2.1. Directive Cadre sur l'Eau (DCE)	8
2.2. Réseau de Contrôle de Surveillance (RCS)	8
2.3. Suivi "Contaminants chimiques - biote" du RCS.....	9
2.3.1. Quelques éléments réglementaires	9
2.3.2. En métropole	9
2.3.3. A La Réunion.....	9
3. Matériel et méthodes	15
3.1. Description de la zone d'étude	15
3.2. Chronologie de la mise en œuvre du suivi.....	15
3.3. Actualisation de l'état du gisement (Août 2016).....	16
3.3.1. Délimitation du gisement	16
3.3.2. Actualisation de la cartographie du gisement	17
3.3.3. Estimation quantitative de densité et biométrie sur un quadrat.....	17
3.4. Repérage de la zone de prélèvement des modioles	18
3.5. Suivi annuel de la recolonisation.....	18
3.5.1. Suivi initial (Décembre 2016).....	18
3.5.2. Suivi "année n+1" (Novembre 2017)	19
4. Résultats	20
4.1. Actualisation de l'état du gisement (Août 2016).....	20
4.1.1. Délimitation du gisement de <i>Modiolus auriculatus</i>	20
4.1.2. Actualisation de la cartographie du gisement	21
4.1.3. Estimation quantitative de densité et biométrie sur un quadrat.....	22
4.2. Repérage de la zone de prélèvement des modioles	22
4.3. Suivi annuel de la recolonisation.....	23
4.3.1. Suivi initial (Décembre 2016).....	23
4.3.2. Suivi année N+1 (Novembre 2017).....	27
5. Discussion et conclusion	28
5.1. Cartographie du gisement.....	28
5.2. Estimations quantitatives de densité.....	28
5.3. Estimations de taille	28
5.4. Suivi annuel.....	28

BIBLIOGRAPHIE.....	30
ANNEXES	31
ANNEXE I : Avis du conseil scientifique de la Réserve Naturelle Marine de La Réunion	33
Annexe II : Décision d'autorisation de prélèvement de modioles N°2015-14 / DEAL/SEB/UBIO	36
Annexe III : Biométrie des individus prélevés en aout 2016.....	38
Annexe IV : Repérage terrain et photos des 5 quadrats lors du suivi initial	39
Annexe V : Photographies prises lors du retour sur site sur les 5 quadrats.....	44

1. Introduction

De 2010 à 2012, le projet "Bon Etat II : Actualisation de l'état des lieux du SDAGE, volet eaux côtières réunionnaises" (DEAL de La Réunion/Ifremer) a permis la mise en place d'un groupe de travail "Eaux littorales DCE" constitué d'experts locaux et nationaux dont les travaux ont été synthétisés à travers des fascicules techniques définissant les conditions de mise en œuvre des quatre suivis du réseau de contrôle de la surveillance (RCS) DCE en milieu marin à La Réunion :

- Hydrologie et phytoplancton,
- Contaminants chimiques,
- Benthos de substrats meubles,
- Benthos de substrats meubles.

Une première version du fascicule "Contaminants chimiques", a ainsi été produite en 2012 et validée au niveau national par les référents DCE (Coordination "contaminants chimiques", Référent "Eau - Echantillonneurs passifs", Référent "Biote - Caging", Coordination nationale DCE milieu Marin, responsable projet Quadrigé).

En 2012, la maîtrise d'ouvrage de la mise en œuvre des quatre suivis du RCS DCE a été confiée institutionnellement à l'Office de l'eau Réunion. Au titre du programme de surveillance 2016-2021, le suivi des contaminants chimiques dans le biote a été programmé en 2016 et l'Office a procédé aux démarches nécessaires à sa mise en œuvre. Ce suivi nécessitant le prélèvement d'une grande quantité de modioles dans le milieu, il a sollicité l'avis du Conseil Scientifique (CS) de la Réserve Naturelle Marine de La Réunion (RNMR) (ANNEXE I : Avis du conseil scientifique de la Réserve Naturelle Marine de La Réunion), quant à l'impact du prélèvement sur le gisement naturel de l'avant-port de Saint-Leu.

Suite à cet avis, la DEAL a émis une décision d'autorisation de prélèvement de modioles (Annexe II : Décision d'autorisation de prélèvement de modioles N°2015-14 / DEAL/SEB/UBIO) assortie d'une demande de mise en place d'un suivi du gisement.

Ce rapport présente les différents protocoles validés par le GT "Eaux littorales DCE" La Réunion qui ont été mis en œuvre pour la réalisation du suivi ainsi que les résultats obtenus.

2. Quelques éléments de contexte

2.1. Directive Cadre sur l'Eau (DCE)

La Directive Cadre sur l'Eau (DCE) n°2000/60/CE du 23 octobre 2000 est une Directive du parlement et du conseil européen transposée en droit français, loi N° 2004-338 du 21/04/2004. La DCE établit un cadre pour la préservation et la restauration des eaux des Etats Membres, qu'il s'agisse des eaux de surface, souterraines ou côtières. La DCE fixe des obligations de résultats (et pas simplement de moyens), et oblige donc les Etats Membres, après une phase de constat (état des lieux) à lancer des programmes de préservation/restauration de la qualité des eaux afin de garantir "le bon état, écologique et chimique" de toutes les masses d'eau .

La DCE impose en outre quatre grands types de contrôles/suivis de la qualité des eaux et des biocénoses qui les peuplent ou en dépendent :

- Le Contrôle de Surveillance (RCS), qui doit permettre le suivi de la qualité (aspects qualitatif, et également quantitatif pour ce qui concerne les eaux de surface et souterraines) d'un ensemble de masses d'eau jugées représentatives du district hydrographique, et ce sur le long terme,
- Le Contrôle Opérationnel (RCO), devant être appliqué aux masses d'eau risquant de ne pas atteindre le "bon état" (ces masses d'eau, anciennement qualifiées de "RNABE" pour Risque de Non Atteinte du Bon Etat, sont aujourd'hui qualifiées de "RNAOE", pour Risque de Non Atteinte des Objectifs Environnementaux,
- Le Contrôle d'Enquête (RCE), à appliquer en cas de non atteinte (probable) des objectifs et en absence d'explication ou de connaissance sur les facteurs de dégradation,
- Le Contrôle Additionnel (RCA), concernant certaines zones protégées particulières telles que les eaux de baignade, les habitats naturels, ainsi que zones hébergeant des espèces ou des habitats protégés, notamment au niveau communautaire.

2.2. Réseau de Contrôle de Surveillance (RCS)

Pour pouvoir statuer sur la qualité d'une masse d'eau, sur son état, il faut définir un état écologique et un état chimique. L'état écologique s'exprime selon 5 classes de qualité (très bon, bon, moyen, médiocre et mauvais), et l'état chimique uniquement selon deux classes : "bon" ou "non atteinte du bon état". Il a donc été nécessaire, pour chacun des indicateurs retenus (hors chimie), de bâtir des grilles de qualité à 5 classes.

La définition des états s'appuie, notamment, sur les résultats des suivis du Réseau de Contrôle de Surveillance (RCS) permettant le calcul d'indicateurs. A La Réunion, 4 suivis ont été définis :

- Hydrologie et phytoplancton,
- Contaminants chimiques,
- Benthos de substrats meubles,
- Benthos de substrats durs.

Chacun de ces suivis fait l'objet d'un fascicule qui a vocation à constituer le support technique des méthodes et des référentiels pour la réalisation du suivi du RCS DCE à La Réunion et précise donc les protocoles de prélèvement, d'analyse, de bancarisation, de synthèse et de diffusion des données.

2.3. Suivi "Contaminants chimiques - biote" du RCS

2.3.1. Quelques éléments réglementaires

Pour le suivi des contaminants chimiques, la Directive 2008/105/CE, dite Directive fille, modifie la Directive 2000/60/CE et apporte des modifications au contexte réglementaire de la surveillance chimique, notamment en stipulant qu'il convient de rechercher la ou les matrices les plus adaptées au suivi, alternativement à la surveillance exclusive dans l'eau (qui était auparavant la règle). Elle autorise ainsi le contrôle dans les deux autres matrices, sédiment et/ou biote, si elles s'avèrent plus pertinentes.

L'arrêté du 25 Janvier 2010 modifié par l'arrêté du 29 juillet 2011 établit le programme de surveillance pour répondre aux Directives européennes mentionnées ci-dessus. L'arrêté du 29 Juillet 2011 a élargi les possibilités de mise en œuvre du suivi chimique aux compartiments "biote" et "sédiment".

En s'appuyant sur le rapport "Adaptation de la surveillance chimique pour la DCE conformément à la directive fille 2008/105/CE" (Claisse, 2009) cet arrêté recommande de baser la surveillance chimique DCE non plus uniquement sur des analyses dans l'eau mais également dans des matrices intégratrices de la contamination (sédiment et coquillages), au moins pour les substances hydrophobes. En effet, les coquillages ont des propriétés bioaccumulatrices vis-à-vis des molécules présentes dans leur milieu.

2.3.2. En métropole

En métropole, le suivi dans le biote est pratiqué depuis 1974 dans le cadre du RNO (Réseau National d'Observation), puis du ROCCH (Réseau d'Observation de la Contamination Chimique du littoral). Il est effectué sur des coquillages (huîtres et moules) indigènes présents naturellement ou en élevage sur le littoral (biosurveillance passive). En méditerranée où les moules sont absentes dans certains secteurs, une technique d'implantation de poches de moules ("caging") provenant d'un site de référence (biosurveillance active) a été développée dans le cadre du Réseau INTégrateurs BIologiques (RINBIO). Dans les deux cas le principe est de doser le niveau de contaminants chimiques dans des coquillages présents ou placés dans la zone à analyser.

2.3.3. A La Réunion

A La Réunion, les prescriptions pour la mise en œuvre du suivi "contaminants chimiques" du RCS ont été élaborées dans le cadre des travaux du groupe de travail "Eaux littorales DCE" constitué d'experts locaux et nationaux.

▪ **Choix de l'espèce *Modiolus auriculatus* et du site de prélèvement**

Concernant la faisabilité du suivi et le choix de l'espèce à utiliser, il s'est appuyé sur plusieurs travaux.

- **L'étude "mise au point d'un intégrateur biologique pour l'évaluation de la qualité du milieu marin insulaire tropical"** réalisée en 2001 (**Turquet *et al.*, 2001**) a permis d'identifier l'espèce indigène *Modiolus auriculatus* comme organisme intégrateur ayant la capacité d'accumuler les contaminants chimiques.

L'étude de sa répartition géographique, a ciblé trois zones de densité élevée situées au niveau des communes de la Possession et de Saint-Leu. Les observations effectuées sur ce dernier site indiquent la présence d'une population de modioles sur une superficie de 5 000 m² avec une densité de moyenne de 650 à 1 200 individus par m².

Une étude précédente démontre que les modioles y étaient déjà présentes en 1989 (Naim et Cuet, 1989).

- **Le programme "MODIOLE"** initié en 2004 (**Cambert, 2004 ; Cambert *et al.*, 2008**) avait pour but la mise en place d'un outil de biomonitoring en milieu marin dans le cadre de la mise en place de la DCE.

Dans le cadre de ce programme,

- Le recensement des populations de modioles a été actualisé par rapport à l'étude de 2001.
- Des suivis éco-physiologiques : biométrie, indice de condition (IC), indice gonadique (IG), ont été réalisés sur les sites de plus forte densité.
- Une étude sur les capacités bioaccumulatrices des modioles a également été menée, ainsi qu'une campagne de caging expérimentale afin de confirmer la faisabilité de la méthode.

Le rapport a conclu à une densité suffisante du stock de modioles sur les sites de Saint Leu (jugé le plus intéressant) et Trou d'eau pour réaliser les opérations de prélèvement (Figure 1).

Il a également été établi qu'afin d'obtenir une quantité de chair suffisante pour le dosage des contaminants recherchés, une quantité d'environ 400 à 500 individus de 20 mm par site suivi est nécessaire. La période idéale pour le suivi a été définie durant la saison humide (décembre à mars).

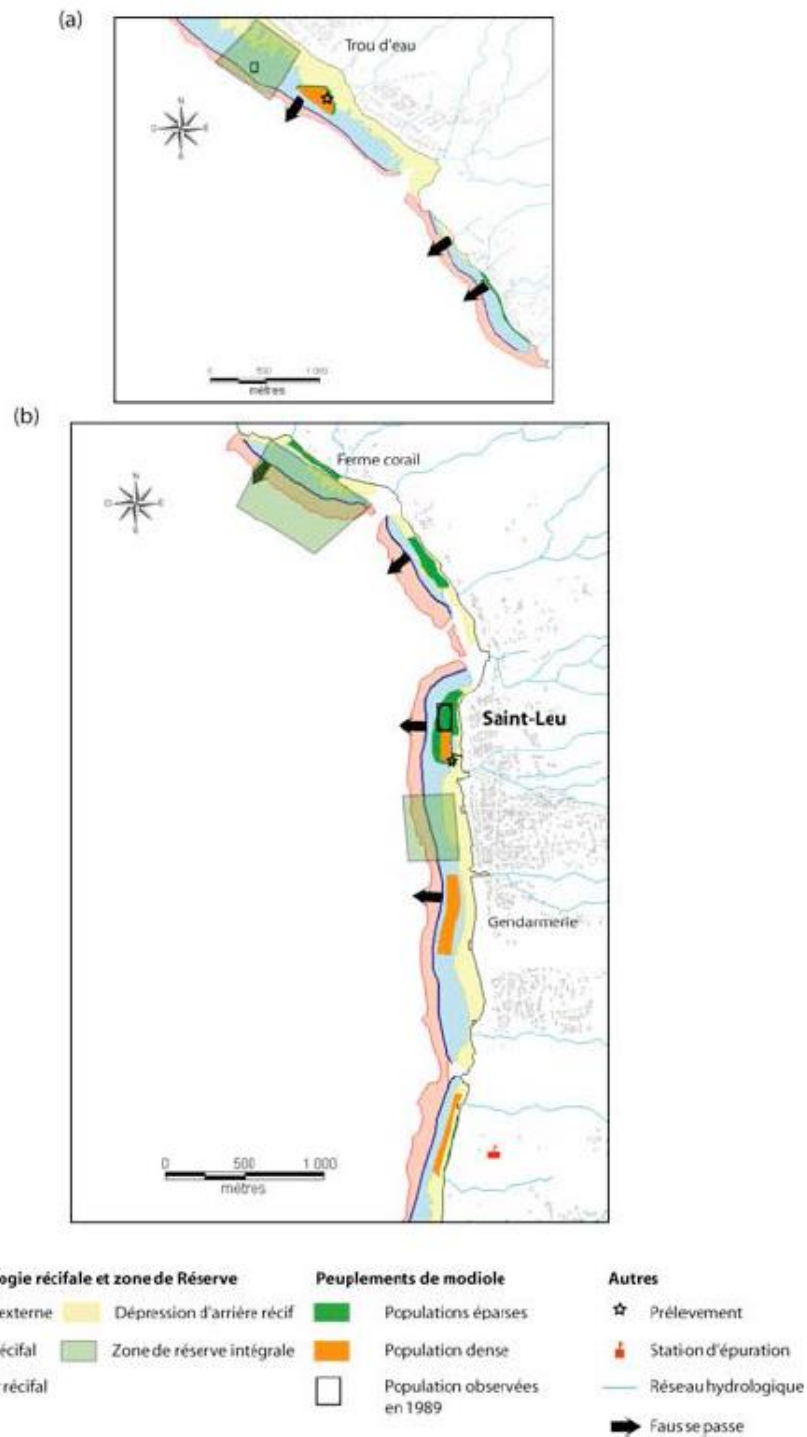


Figure 1 : Cartographie des peuplements de modioles des secteurs Trou d'eau (a) et Saint-Leu (b) (Cambert 2004)

Au vu de ces résultats, le groupe de travail a validé le choix de l'espèce *Modiolus auriculatus* pour le suivi DCE dans le biote. Les gisements pressentis pour la mise en œuvre de suivi sont "Trou d'eau" et "Saint-Leu".

▪ **Protocoles de prélèvement, d'analyse, de bancarisation, de synthèse et de diffusion des données**

Une première version du fascicule "Contaminants chimiques" (GT DCE Réunion "Contaminants chimiques". Fascicule technique pour la mise en œuvre du réseau de contrôle surveillance DCE "Contaminants Chimiques"), a été produite en 2012 et validée au niveau national par les référents DCE (Coordination "contaminants chimiques", Référent "Eau - Echantillonneurs passifs", Référent "Biote - Caging", Coordination nationale DCE milieu Marin, responsable projet Quadrige).

▪ **Mise en œuvre du suivi pour la 1ère fois à La Réunion**

La première mise en œuvre du suivi contaminants chimiques dans le biote a été programmée pour fin 2015 / début 2016.

Treize stations de suivi ont été identifiées dans les masses d'eau côtières de La Réunion, à suivre deux fois par plan de gestion, soit une fois tous les trois ans.

Il a été estimé que ce suivi nécessitait le prélèvement de 5 200 à 6 500 individus pour alimenter les 13 stations. Cette estimation se basait sur plusieurs éléments :

- Estimation du taux de survie,
- Nombre d'individus minimal pour constituer un échantillon représentatif,
- Quantité de prise d'essai nécessaire au laboratoire pour atteindre les performances demandées par la DCE et celles des travaux antérieurs, notamment en termes de limite de quantification.

Les informations sur la densité des gisements datant de plus de dix ans, il a été décidé d'effectuer une visite de terrain pour s'assurer qu'ils demeuraient exploitables pour la mise en œuvre du suivi "biote" du RCS.

Lors de cette visite, réalisée mi-2015 par des agents de l'Office de l'eau Réunion, de l'ARVAM et de l'Ifremer, il s'est avéré que sur les deux sites pressentis dans le rapport du programme "MODIOLE", seul le site de Saint Leu restait "exploitable". En effet, le site de Trou d'eau ne possédait plus un stock tel que décrit en 2004.

Plusieurs hypothèses ont été émises :

- Exploitation trop importante du gisement lors du programme MODIOLE ?
Cette hypothèse a été jugée peu probable par les experts du GT DCE "Eau Littorale" de La Réunion.
- Forte augmentation des pressions anthropiques sur le bassin versant de la ravine de Trou d'Eau ?
Cette hypothèse a été jugée fort probable par les experts du GT DCE "Eau Littorale" de La Réunion.

Avant d'entamer la collecte de modioles destinées au suivi des contaminants chimiques dans le biote, l'Office de l'eau Réunion, maître d'ouvrage des suivis du RCS, a sollicité la DEAL et la Réserve Naturelle Marine de La Réunion (RNMR), quant à l'impact du prélèvement de modioles sur le gisement naturel de l'avant-port de Saint-Leu. Ce site est situé au sein du périmètre de la RNMR, mais hors du périmètre de protection intégrale où toute activité est interdite (niveau 3).

En date du 11 septembre 2015 le CS de la RNMR, a rendu un avis favorable à la demande de prélèvement, sous réserve de trois recommandations portant sur l'actualisation de la densité du gisement, sur des précautions à prendre lors de la collecte, ainsi que sur un suivi annuel à réaliser après la collecte (ANNEXE I : Avis du conseil scientifique de la Réserve Naturelle Marine de La Réunion).

En se basant sur cet avis, la Direction de l'Environnement de l'Aménagement et du Logement (DEAL) a autorisé le prélèvement de modioles dans la Réserve Nationale Marine de La Réunion par décision N°2015-14 en date du 29 septembre 2015 (Annexe II : Décision d'autorisation de prélèvement de modioles N°2015-14 / DEAL/SEB/UBIO) en préconisant plusieurs opérations à mettre en œuvre dans le cadre :

- **du prélèvement des modioles nécessaires au suivi "contaminants chimiques" du RCS DCE (prestataire)**

Des précisions sont apportées au protocole décrit dans le fascicule DCE ad' hoc.

Il est également notifié que les opérations de prélèvement à mener par le prestataire devront être entreprises en présence d'un personnel de la délégation Ifremer océan Indien.

- **du suivi du gisement de modioles de l'avant du Port de Saint-Leu – (Délégation Ifremer océan Indien - sous condition de conventionnement)**

Il est demandé de réaliser :

- Une actualisation de la cartographie,
- Un suivi annuel.

Suite à cette décision, des échanges techniques ont eu lieu entre la DEAL et l'Ifremer, et il a été convenu que les éléments listés ci-dessus étaient des éléments de principe à inclure dans le protocole, ce dernier devant être élaboré et validé par les membres du GT DCE "Eaux littorales" de La Réunion.

Les éléments de suivi du gisement dont la réalisation est assignée à l'Ifremer (décision n° 2015-14) n'étaient prévus ni dans les actions identifiées dans la convention particulière mentionnée dans la décision, ni dans les actions de soutien technique de l'Ifremer au profit du Bassin "La Réunion" (convention ONEMA-AFB/Ifremer). A la demande de la DEAL et après accord de l'ONEMA/AFB, il a été acté que l'Ifremer réaliserait l'état initial et le suivi de l'année n+1 dans le cadre de la convention ONEMA-AFB/Ifremer "action n°18".

La décision de la DEAL devra faire l'objet d'un avenant pour prendre en compte ces éléments et notamment que seuls l'état initial et le suivi n+1 seront à réaliser par Ifremer.

Le programme du RCS prévoyait une mise à l'eau des poches de modioles en décembre/janvier et un relevé en février/mars 2016. Plusieurs échanges entre l'Ifremer et l'OLE (mél, téléphone, réunions) ont eu lieu au second semestre 2015 pour finaliser les différentes pièces du marché. En raison d'interrogations sur l'impact de ce suivi sur le gisement de modioles nécessitant un complément d'informations, ce marché n'a pu être notifié à temps pour permettre un suivi dès décembre 2015. Afin de respecter la période de suivi (pour des raisons de physiologie et d'écologie des modioles), le GT DCE "Eau Littorale" de La Réunion a préconisé un report du suivi d'un an.

3. Matériel et méthodes

3.1. Description de la zone d'étude

La zone d'étude se situe dans le lagon de Saint-Leu aux abords du port de plaisance au niveau du platier (Figure 2).

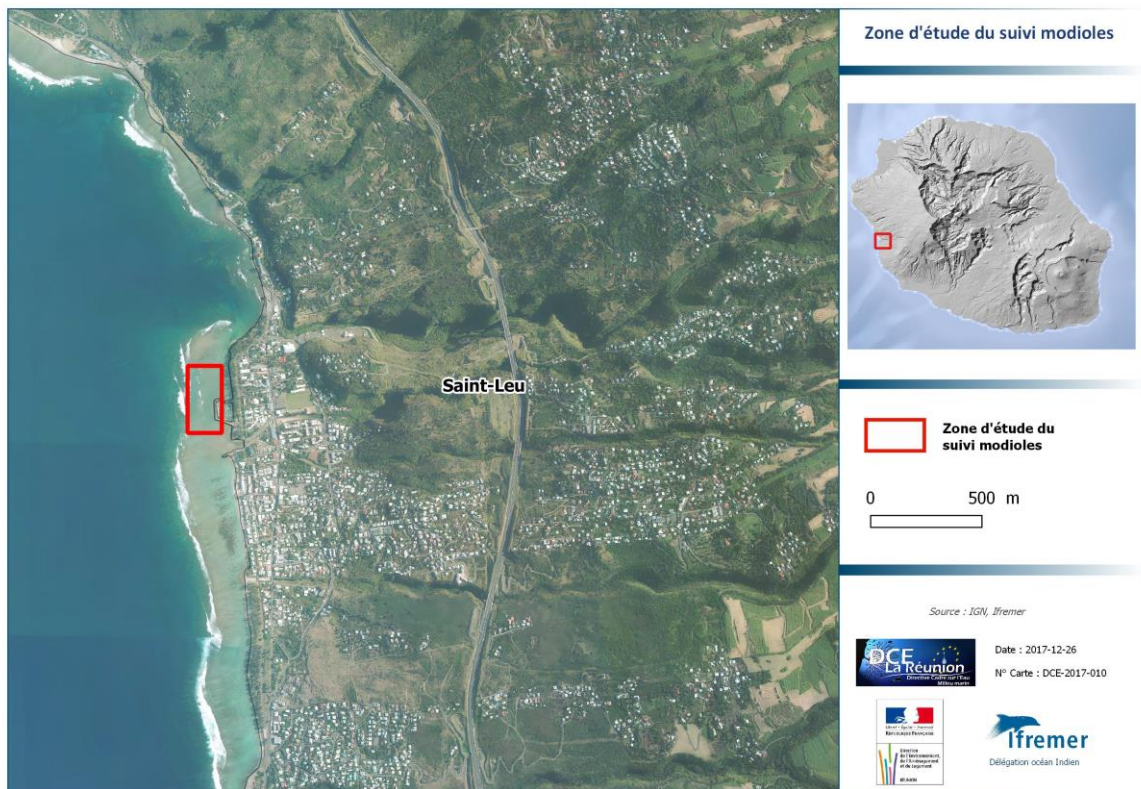


Figure 2 : Localisation de la zone d'étude

La zone étant peu profonde, l'accès s'effectue à pied, en apnée avec équipement PMT (Palmes, Masque, Tuba).

3.2. Chronologie de la mise en œuvre du suivi

La Figure 3 présente la chronologie de la mise en œuvre du suivi et notamment les différentes opérations de terrain menées par l'Ifremer (Délégation Océan Indien).

Les éléments de calendrier indiqués dans la décision de la DEAL n'étaient pas compatibles avec la mise œuvre des deux suivis sur le terrain, le planning des opérations relevant d'Ifremer a donc été adapté pour garantir une mise à jour de la cartographie et une estimation des densités en amont de la mise en œuvre du RCS par le prestataire.

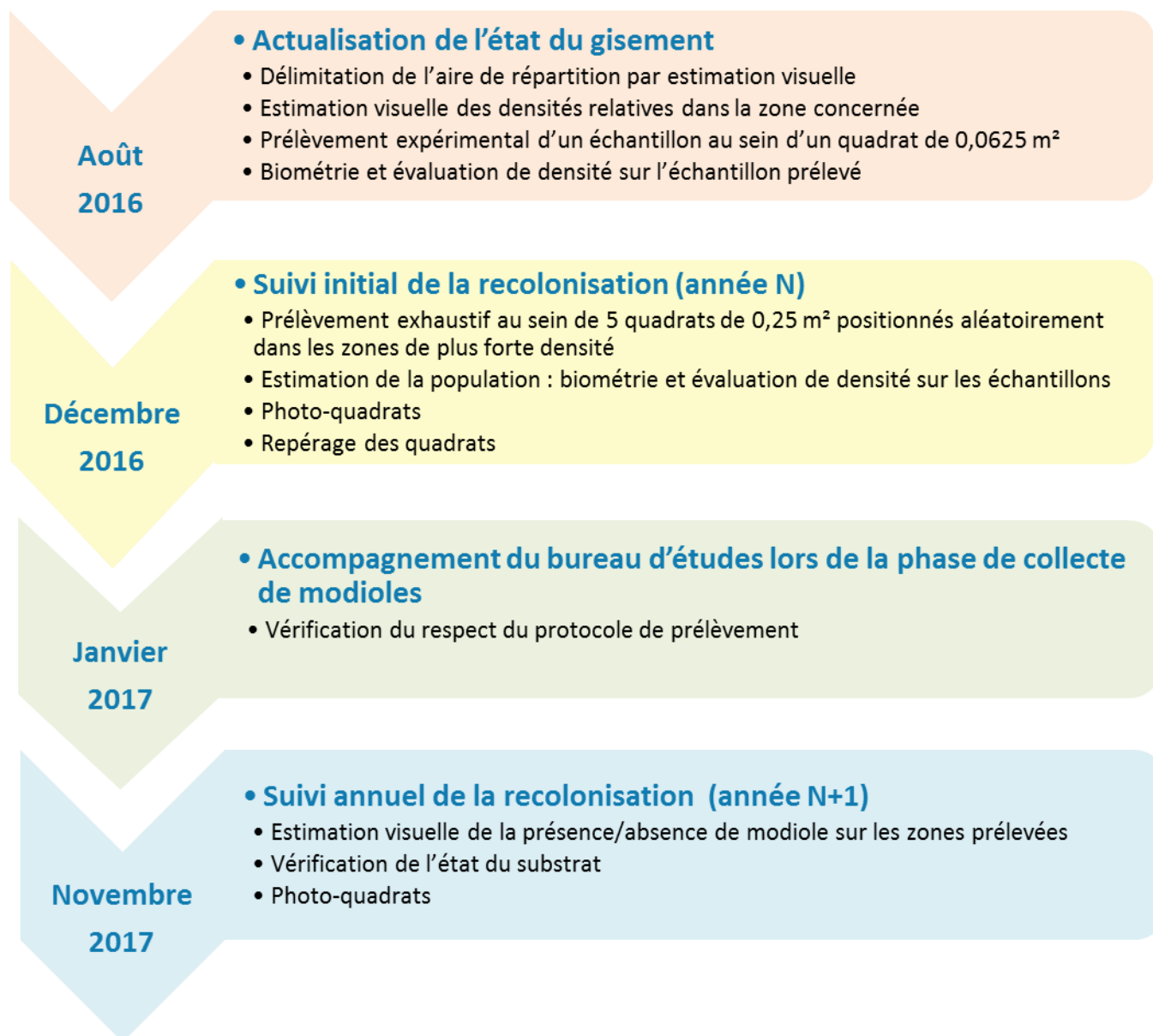


Figure 3 : Chronologie des opérations menées par la Délégation Océan Indien

3.3. Actualisation de l'état du gisement (Août 2016)

3.3.1. Délimitation du gisement

La délimitation de l'aire de répartition des modioles a été réalisée au cours d'une visite sur site le 22 août 2016, en apnée avec Palmes Masque Tuba (PMT) en se déplaçant depuis la digue du port vers le sud, le nord et l'est et en relevant au GPS les points à partir desquels il n'est plus observé de modiole.

3.3.2. Actualisation de la cartographie du gisement

La présence/absence de modioles sur site a été évaluée visuellement au cours de la même journée. La distinction des modioles sur le substrat n'étant pas toujours évidente (modioles recouvertes de débris coquilliers, de débris coralliens, ou de turf algal), il peut être nécessaire de "gratter" le fond pour détecter leur présence.

La densité a été estimée sur 104 points, répartis aléatoirement sur la surface du gisement, relevés au GPS.

Cinq classes de densité de modioles ont été définies comme suit :

- 0 – absence d'individus,
- 1 – densité faible : quelques individus isolés distribués de façon éparse,
- 2 – densité modérée : quelques colonies (composées de dizaines d'individus) distribuées de façon éparse,
- 3 – densité forte : individus forment une banquette quasi-continue sur le substrat,
- 4 – densité très forte : individus forment une banquette continue sur le substrat.

Les données recueillies sur le terrain ont ensuite été projetées et traitées statistiquement dans un logiciel SIG (QGIS) pour obtenir une cartographie des densités relatives de modioles au sein du gisement. Une interpolation IDW (Pondération par l'Inverse de la Distance) permet d'établir des zones de densité relatives au sein de l'aire de répartition.

3.3.3. Estimation quantitative de densité et biométrie sur un quadrat

▪ **Prélèvement**

L'échantillonnage pour dénombrement et biométrie consiste à prélever la totalité des individus au sein d'un quadrat. Les modioles sont ramassées manuellement en apnée à l'aide d'un couteau pour décrocher les byssus du substrat.

Une fois prélevées, les modioles sont transportées en caisse isotherme sans accumulateur de froid jusqu'au laboratoire.

▪ **Nettoyage, dénombrement et biométrie**

Les moules prélevées sont nettoyées et débarrassées de leurs épibiontes par grattage (présence d'algues filamenteuses, d'algues calcaires encroûtantes et de petits gastéropodes) (Figure 4). Les mesures de largeur, longueur et hauteur se font à l'aide d'un pied à coulisse électronique (Mitutoyo IP67, résolution 0,01 mm).

Le dénombrement de la totalité des individus et de ceux supérieurs à 20 mm (taille minimale des individus pour le suivi) sont relevés, et les calculs de densité sont effectués au moyen d'un tableur "Excel".



Figure 4 : Nettoyage de l'échantillon et mesures biométriques sur individus

Une première estimation quantitative de densité a été réalisée en août 2016, sur un quadrat de 0.25 m x 0.25 m (0.0625 m²) afin de tester le protocole.

3.4. Repérage de la zone de prélèvement des modioles

Des agents de la délégation Ifremer Océan Indien ont participé à l'opération de collecte des modioles les 4 et 5 janvier 2017, afin de s'assurer du respect des préconisations de l'arrêté de la DEAL par le prestataire. Un enregistrement du parcours effectué lors de la collecte a été réalisé au moyen d'un GPS afin de pouvoir retrouver la zone du prélèvement lors du suivi annuel.

3.5. Suivi annuel de la recolonisation

3.5.1. Suivi initial (Décembre 2016)

Le suivi initial consistait à mettre à nu le substrat à l'intérieur de cinq quadrats de 0.5 m x 0.5 m (0.25 m²), avec prise de photographie avant et après le prélèvement. Ces quadrats sont situés dans les zones de plus forte densité au sein du gisement (tel que précisé dans la décision de la DEAL et validé en GT DCE EL).

▪ **Prélèvement, nettoyage, dénombrement et biométrie**

Le même protocole que celui mis en œuvre en août 2016 est appliqué (seule la taille du quadrat change). Une biométrie de l'ensemble des individus récoltés a été réalisée, selon le protocole décrit au paragraphe 3.3.3.

▪ **Repérage terrain**

Le suivi annuel de la recolonisation du milieu nécessite un repérage précis des sites prélevés afin de pouvoir les retrouver chaque année.

Le meilleur moyen de repérage consiste en une implantation de piquets sur chaque quadrat. Cependant la zone d'étude est située dans la zone récifale, fréquentée par les usagers de la mer. Une implantation de piquets constituant un danger de blessure, cette méthode a été abandonnée (absence d'accord de la Direction Juridique d'Ifremer quant à la couverture en cas d'accident causé à un tiers).

En l'absence de cette possibilité, l'emplacement des cinq quadrats a été repéré par quatre moyens complémentaires :

- les coordonnées GPS (au moyen d'un GPS à main),
- le relevé d'amers à terre, avec photographies prises depuis l'emplacement du quadrat,
- la matérialisation directement sur le substrat à l'aide de colliers de serrage plastique. La nature du substrat n'a permis cette méthode que pour trois quadrats.
- des photographies du quadrat à une distance approximative de 1 m, au moyen d'un appareil "GoPro 3".

Les photos imprimées puis plastifiées doivent permettre la reconnaissance du lieu au moment du retour sur site.

3.5.2. Suivi "année n+1" (Novembre 2017)

Le suivi réalisé un an après le prélèvement, en novembre 2017 est réalisé par visite des cinq stations, en apnée équipé de PMT. Le repérage des cinq stations est réalisé au moyen d'un GPS où sont enregistrées les coordonnées, en s'aidant des photographies des amers et des quadrats prises lors du prélèvement initial. Il consiste en une estimation visuelle de la recolonisation, par les modioles ou d'autres espèces benthiques, ainsi qu'en la prise de nouvelles photographies.

Le protocole validé en GT ne prévoyait pas de nouveaux prélèvements.

4. Résultats

4.1. Actualisation de l'état du gisement (Août 2016)

4.1.1. Délimitation du gisement de *Modiolus auriculatus*

Le gisement de *Modiolus auriculatus* aux abords du port de Saint-Leu (Figure 5) est caractérisé par une limite sud proche de la digue sud du port (≈ 50 m) marquée par l'exutoire de la ravine du Grand Etang et une limite nord (≈ 150 m de la sortie du port) correspondant à une transition d'habitats, dalle de platier/platier à colonies coralliennes. A l'ouest, la limite du gisement est marquée par le début du platier externe, elle correspond à l'est, au tracé du chenal d'accès au port.

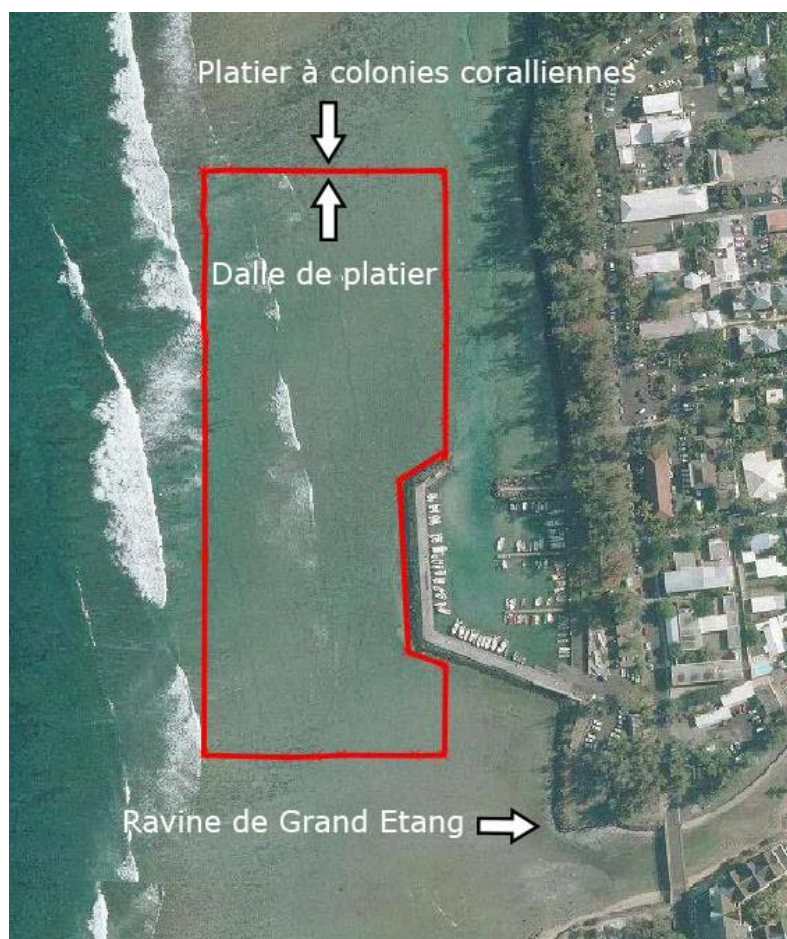
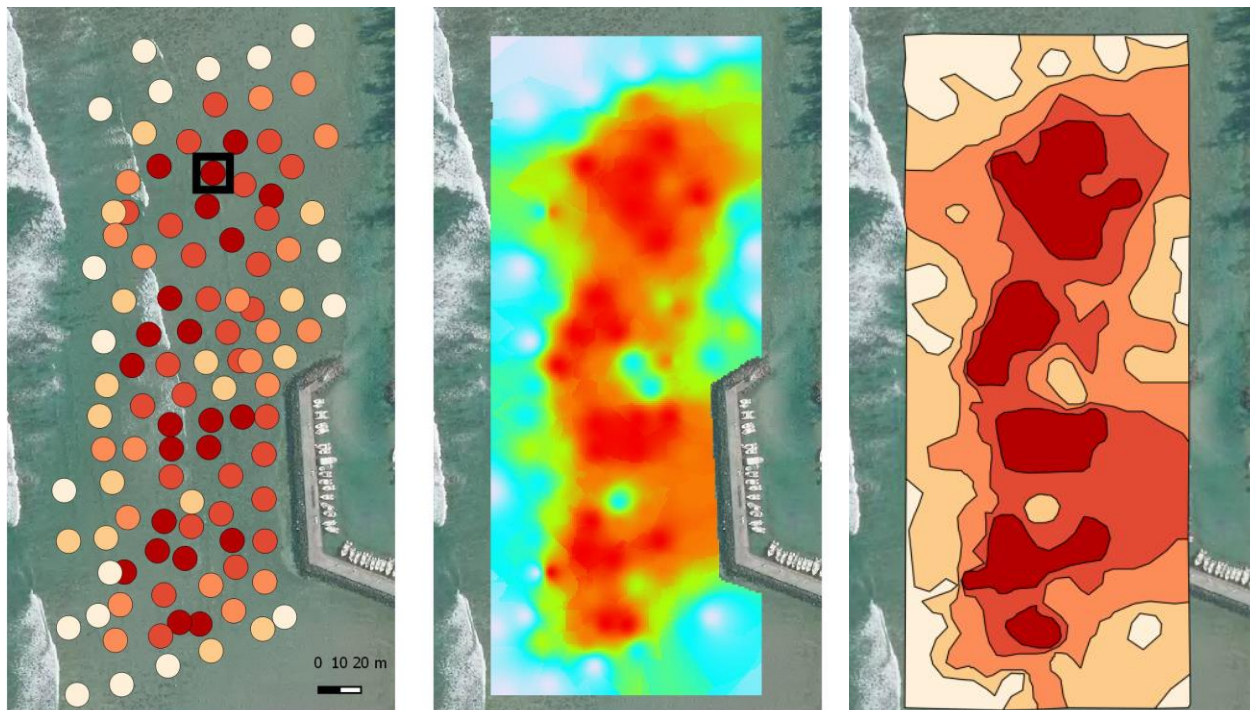


Figure 5 : Délimitation du gisement de *Modiolus auriculatus* aux abords du port de plaisance de Saint-Leu

4.1.2. Actualisation de la cartographie du gisement

La cartographie des estimations des classes de densité sur les 104 points de la zone est présentée sur la Figure 6a).

L'interpolation IDW (Pondération par l'Inverse de la Distance) réalisée sous QGIS (Figure 6b) permet d'établir des zones de densité relatives au sein du gisement (Figure 6c).



a) Densité estimée sur 104 points d'observation

- 0 - Aucun individu observé
- 1 - quelques individus clairsemés
- 2 - Patches clairsemés
- 3 - Patches denses
- 4 - Banquette continue
- Station prélevée pour l'estimation de la densité initiale

b) Interpolation IDW (Inverse Distance Weighting)

- 0
- 1
- 2
- 3
- 4

c) Zonage modioles

- 0
- 1
- 2
- 3
- 4

Estimation de la densité et distribution de
Modiolus auriculatus
Port de Saint-Leu
Source : IGN, SHOM, Ifremer

Date : 8/1/2018
 N° Carte : DCE 2018-001

 Délégation océan Indien

Figure 6 : cartographie des densités relatives de modioles au sein du gisement de la zone avant-port de St-Leu relevées en août 2016 par estimation visuelle. a) résultats bruts, b) résultats issus du traitement géostatistique (interpolation IDW), c) délimitation des zones de différentes densités à partir des résultats traités statistiquement.

4.1.3. Estimation quantitative de densité et biométrie sur un quadrat

Le prélèvement pour l'estimation de la densité a été réalisé le 22 août 2016, au niveau d'un point d'observation de densité estimée de niveau 4 (Figure 6a).

L'échantillon prélevé au sein du quadrat de 0,25 m x 0,25 m était constitué de 91 individus, dont 82 de taille supérieure à 20 mm (75 %). Cet échantillon présente donc une densité moyenne de 1 456 individus/m² dont 1 194 individus > 20 mm / m².

La répartition par classe de taille est présentée Figure 7. La majorité de l'effectif se situe dans la classe de 30 à 35 mm.

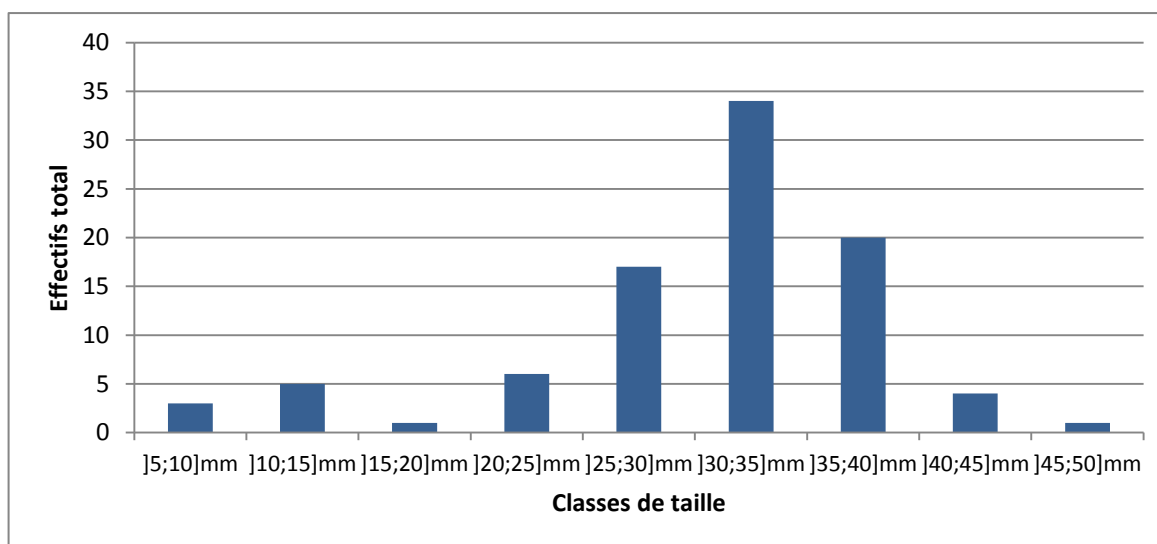


Figure 7 : Effectifs des classes de tailles de l'échantillon de modioles prélevé en août 2016 sur le site de St-Leu sur une superficie de 0.0625 m²

Les résultats des mesures de la globalité de l'échantillon sont présentés en Annexe III : Biométrie des individus prélevés en août 2016.

4.2. Repérage de la zone de prélèvement des modioles

Le tracé GPS des déplacements effectués au cours de la phase de prélèvement de modioles pour chacune des deux journées est présenté Figure 8. Ce tracé se situe dans l'une des zones de plus forte densité, tel que préconisé par la DEAL.

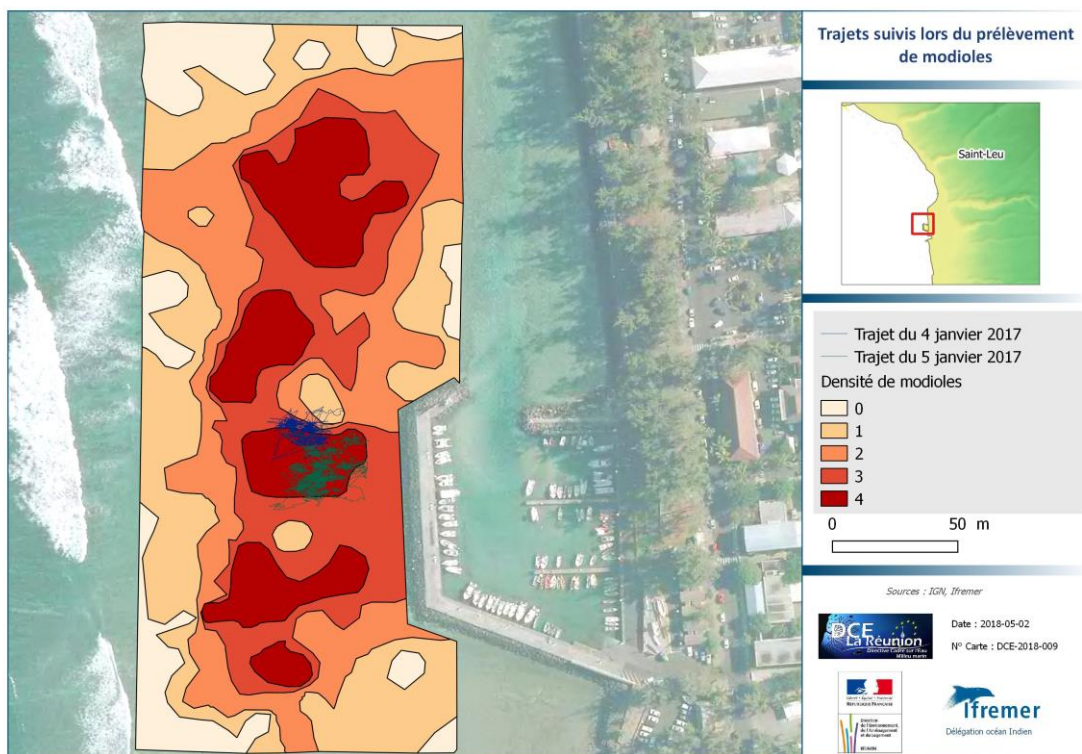


Figure 8 : Tracé GPS du parcours suivi lors du prélèvement de modioles

4.3. Suivi annuel de la recolonisation

4.3.1. Suivi initial (Décembre 2016)

Mise en place de quadrats de suivis

Les cinq quadrats utilisés pour le suivi annuel de la recolonisation (points 1 à 5) ont été positionnés dans chacune des zones de plus forte densité (densité 4) du gisement (Figure 9) identifiées lors de la cartographie.

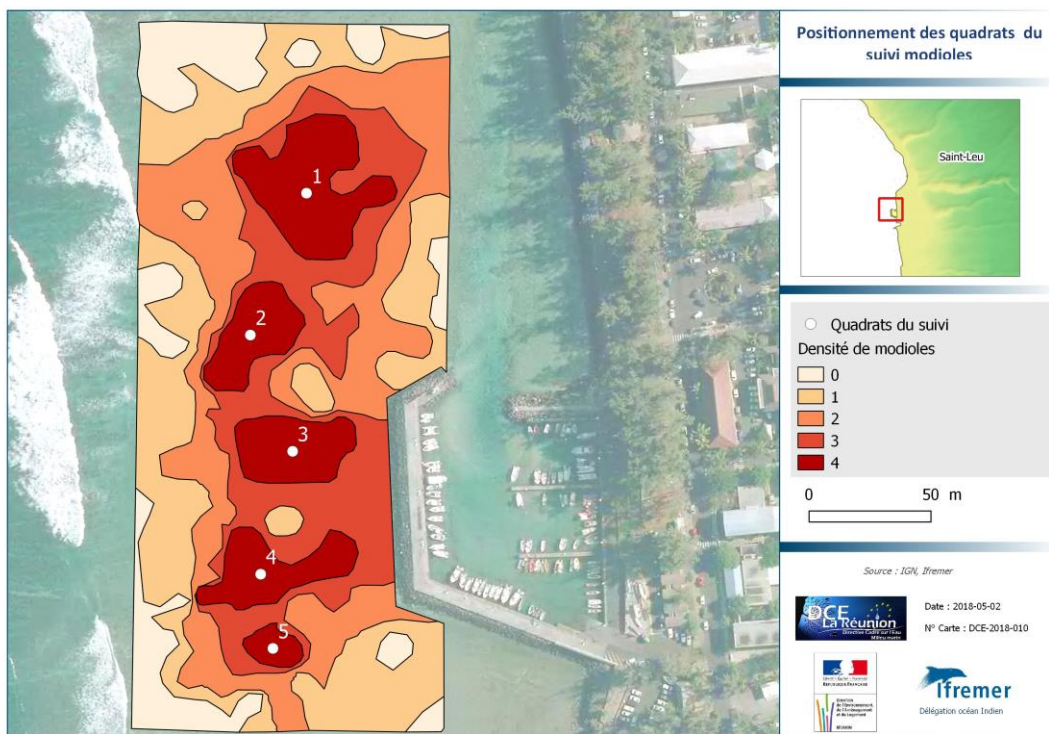


Figure 9 : Positions des quadrats de suivi au sein du gisement de St-Leu

Les photographies prises pour le repérage terrain, les coordonnées géographiques relevées, ainsi que les photos des quadrats avant et après prélèvement sont présentées en Annexe IV : Repérage terrain et photos des 5 quadrats lors du suivi initial.

Estimation de la taille et de la densité de modioles sur les 5 quadrats

Le Tableau 1 synthétise les résultats des mesures effectuées sur les modioles prélevées dans chaque quadrat, ainsi que les évaluations de densité réalisées à partir des dénombrements.

Tableau 1 : Résultats des dénombrements et des mesures de longueur effectuées sur les modioles prélevées dans chaque quadrat

	Quadrats					Moyenne
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	
Nombre total d'individus prélevés	196	104	298	278	115	198
Nombre d'individus > 20 mm (% du nombre total)	176 (90 %)	92 (88 %)	237 (79 %)	230 (83 %)	109 (95 %)	169 (85 %)
Longueur moyenne (mm)	31,7	30,8	26,8	28,4	31,1	29,8
Longueur médiane (mm)	33,3	31,7	28,1	28,5	32,1	30,7
Densité (ind/m²)	784	416	1192	1112	460	793
Densité > 20 mm (ind/m²)	704	368	948	920	436	675

Les résultats moyennés sur les cinq quadrats prélevés dans les zones identifiées initialement les plus denses indiquent une densité moyenne de 793 individus/m² dont 85 % d'individus de taille supérieure à 20 mm. Les variations de densité observées s'échelonnent de 416 à 1 192 individus/m², selon les quadrats, témoignant d'une grande hétérogénéité.

Les mesures de chaque individu ont permis de dresser une image de la répartition des effectifs par classes de taille (Figure 10). L'intervalle de classe a été fixé à 2 mm afin de produire une représentation identique à celle fournie par Cambert en 2004 (Figure 11).

La médiane de la longueur des individus se situe autour de 30 mm pour chacun des quadrats. Les quadrats Q4 et Q5 sont les plus proches des sites échantillonnés en 2004, mais pour lesquels la médiane n'est pas précisée. Il semble cependant qu'elle reste du même ordre de grandeur, bien que légèrement supérieure pour le suivi de 2004.

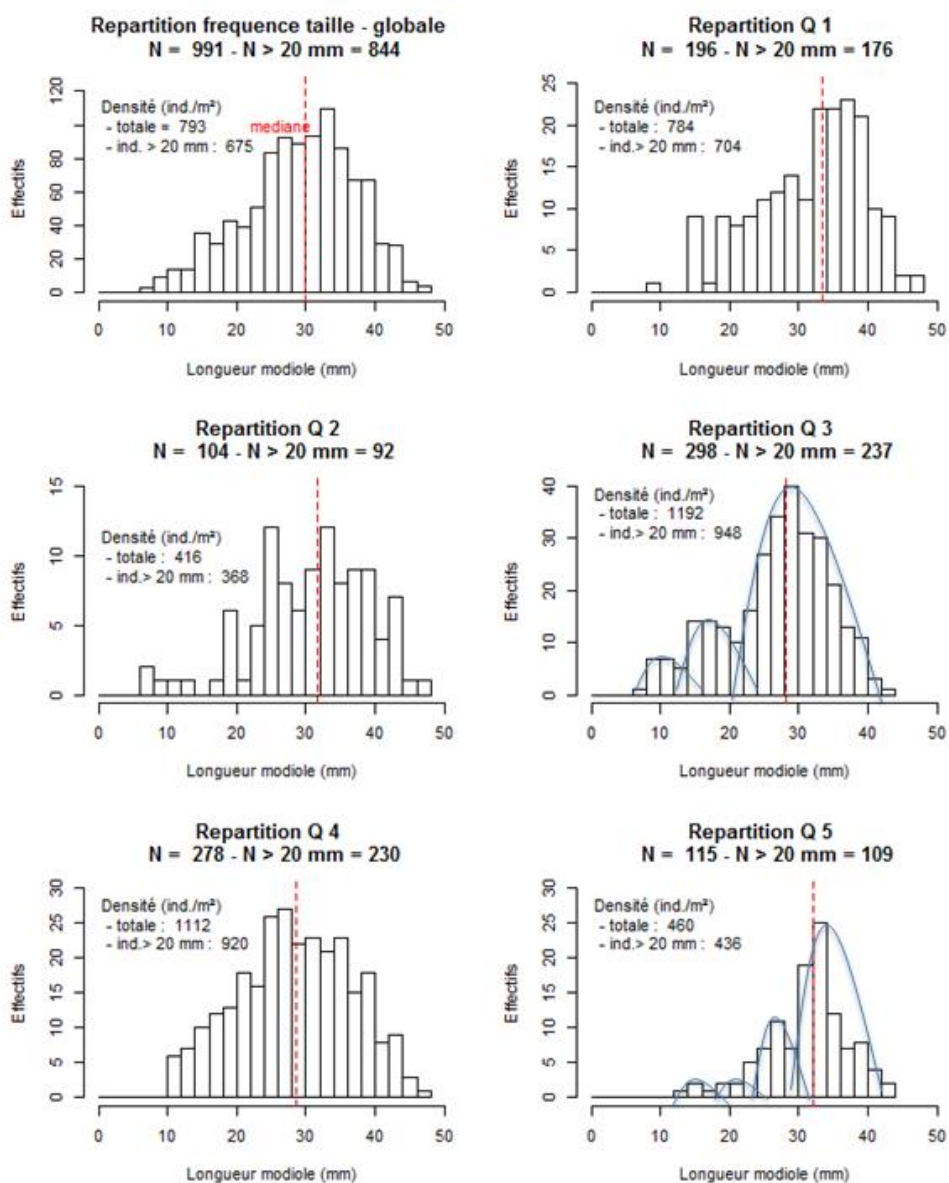


Figure 10 : Répartition des effectifs par classes de taille, tous quadrats confondus et au sein de chaque quadrat (Q1 à Q5)

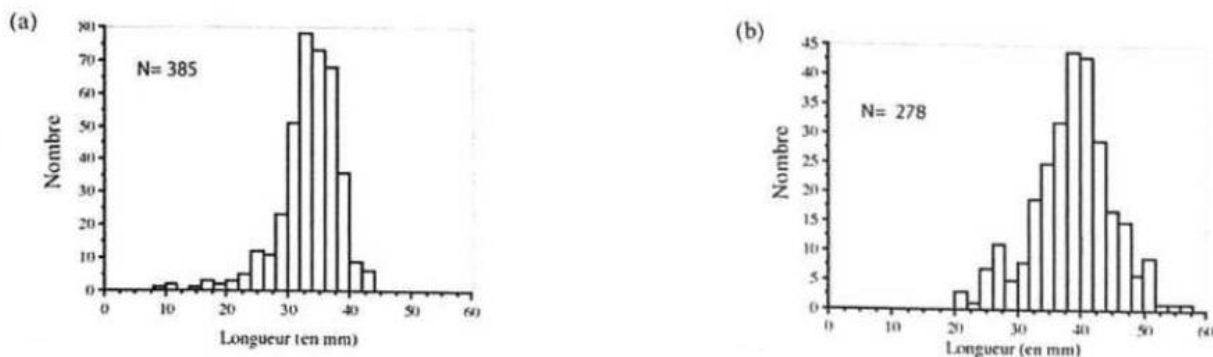


Figure 11 : Histogrammes de fréquence de longueur des moules prélevées au port de Saint Leu : quadrat 1 (a) et quadrat 2 (b). Cambert, 2004.

La répartition des effectifs au sein de différentes classes de taille diffère selon les quadrats. La présence de trois cohortes de modioles avec une majorité d'individus de 25 mm à 35 mm de longueur est observée pour les quadrats Q3 et Q5, avec un profil similaire au profil classique (Figure 12). Au niveau du quadrat Q1, seulement deux classes de taille sont observées. Pour les quadrats Q2 et Q4, il n'est pas observé de cohortes bien identifiées, cependant, la présence de modioles de petite taille témoigne d'un recrutement régulier.

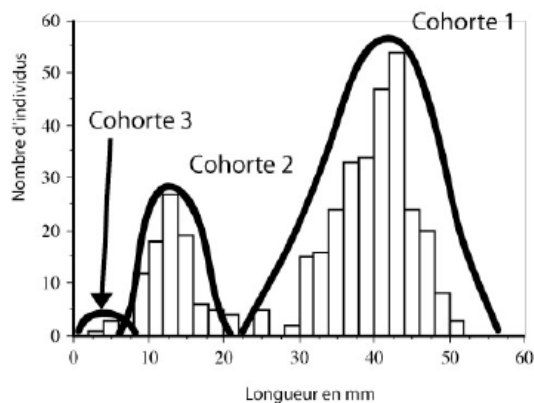


Figure 12 : Profil biométrique classique d'une banquette de modioles. Source : Cambert *et al.*, 2008

4.3.2. Suivi année N+1 (Novembre 2017)

La visite sur site pour le premier suivi annuel a été réalisée le 03/11/2017. Les photographies prises sur site, ainsi que celles prises lors du suivi de 2016 sont présentées en Annexe V : Photographies prises lors du retour sur site sur les 5 quadrats.

Malgré le positionnement par GPS, il est apparu très difficile de retrouver l'emplacement précis des 5 stations mises à nu un an plus tôt. La recolonisation par des algues masque la nature précise du substrat (présence de modioles ou non). Les trois repères placés (colliers de serrage) au niveau des quadrats 1,2 et 4 n'ont pas été retrouvés.

Dans deux cas, la patate de corail repère a été identifiée (Q1 et Q5) mais la zone mise à nu à proximité est difficilement identifiable.

Il est important de noter que :

- des modioles sont présentes sur l'ensemble du site et dans toutes les zones des stations de prélèvement,
- aucun décollement massif de banquette autour des stations n'a été observé, y compris au niveau du quadrat N° 3 à proximité duquel les prélèvements de modioles ont été réalisés (Pinault *et al.*, 2017).

5. Discussion et conclusion

5.1. Cartographie du gisement

La cartographie du gisement a été mise à jour sur la base d'estimations qualitatives de densité sur 104 points répartis dans la zone, effectuées en août 2016. Cette opération était réalisée pour la première fois à La Réunion avec ce niveau de précision.

Ce travail de cartographie a permis de définir une méthode afin de pouvoir réaliser un suivi dans le temps si nécessaire.

5.2. Estimations quantitatives de densité

Les comptages de modioles effectués en décembre 2016 par mise à nu de quadrats situés dans des zones de densités estimées "très fortes" ont montré une variation de densité de 460 à 1 192 individus/m².

Si une estimation de classes d'abondance devrait être réalisée dans d'autres secteurs, elle nécessiterait plusieurs prélèvements par zone afin d'obtenir une estimation la plus précise possible

Les densités sont analogues à celles observées précédemment (Cambert *et al.*, 2008) à Saint-Leu : 650 à 1 200 individus/m², ce qui indiquerait une stabilité de la population sur ces dernières années.

5.3. Estimations de taille

Par ailleurs, le profil biométrique montre une quasi stabilité des classes de taille de la population, et la présence d'individus de petite taille conforte l'existence de captages successifs.

5.4. Suivi annuel

Concernant le suivi annuel, l'impossibilité de matérialiser les quadrats de façon durable n'a pas permis de retrouver les sites avec certitude. Au moyen d'une seule observation visuelle, la présence de modioles est difficile à évaluer en raison du développement d'algues sur le substrat.

Par léger grattage du substrat, il a été cependant possible de s'assurer de la présence de modioles au niveau des différentes stations visitées.

Le retour sur site au bout d'un an a permis de s'assurer de l'absence de décollement de banquette massif sur le site de prélèvement des modioles réalisé pour le caging, situé essentiellement au niveau du quadrat 3.

A ce stade, une nouvelle visite deux ans après le prélèvement (fin 2018) telle que préconisée dans l'arrêté d'autorisation de prélèvement de modioles, ne paraît pas pertinente.

Un nouveau protocole de suivi avec une matérialisation plus efficace des sites prélevés ainsi que des comptages et biométries devrait être discuté lors du GT DCE "eau littorale" par les membres du groupe de travail.

BIBLIOGRAPHIE

Cambert Harold (2004). Contribution à la mise en place d'un réseau de biomonitoring des micropolluants dans les eaux côtières de l'île de la Réunion. Rapport de DESS "Sciences et Gestion de l'Environnement Tropical", Université de la Réunion, 90 pages + annexes.

Cambert Harold, Turquet Jean, Gonzalez Jean-Louis, Andral Bruno (2008). Etude pilote pour la mise en place d'un outil de biomonitoring en milieu marin dans le cadre de la mise en place de la Directive Cadre Eau à la Réunion. Programme MODIOLE (2004-2008). <http://archimer.ifremer.fr/doc/00125/23623/>

Claisse D., 2009. Adaptation de la surveillance chimique pour la DCE conformément à la directive fille 2008/105/CE. Propositions pour l'élaboration de stratégies (2009) - Convention 2009 - Action 13. Onema, Ref. R.INT.DCN-BE/2009.05 Convention Onema / Ifremer 2009 (Action n° 13), 32p.

Naïm O., Cuet P., 1989. Les platiers récifaux de l'île de La Réunion. Géomorphologie, con, texte hydrodynamique et peuplements benthiques. Université de La Réunion et Agence d'Urbanisme de La Réunion. 282 pages + annexes.

Pinault, M., Wickel, J., Nicet, J.B., Turquet, J., Rey, P. (2017). Contrôle de surveillance des eaux littorales, étude des contaminants chimiques dans le biote. Bilan de campagnes et rapport d'analyses –Année 2017. Matrice : *Modiolus auriculatus*. Rapport technique MAREX, Hydrô Réunion, Laboratoire Départemental d'Analyse de La Drôme pour le compte de l'Office de l'eau Réunion. 41 p + Annexes.

Turquet J., Priot C., Conéjero S., Quod J.P., 2001. Mise au point d'un intégrateur biologique pour l'évaluation de la qualité du milieu marin insulaire tropicale. Etude de pré-faisabilité. Etude ARVAM pour le compte de la DIREN Réunion. 32 pages + annexes.

GT DCE Réunion "Contaminants chimiques". Fascicule technique pour la mise en œuvre du réseau de contrôle surveillance DCE "Contaminants Chimiques".

ANNEXES

ANNEXE I : Avis du conseil scientifique de la Réserve Naturelle Marine de La Réunion



DATE DE LA DEMANDE : le 15/07/2015
N° de DOSSIER :
RENOUVELLEMENT :
Nombre de pages :

CONSEIL SCIENTIFIQUE DE LA RESERVE NATURELLE MARINE DE LA REUNION

Prélèvement de modioles

1 – OBJET DE LA DEMANDE

1-1 **Sujet :** Demande d'avis du Conseil Scientifique sur la faisabilité du prélèvement de modioles pour réaliser le suivi des contaminants chimiques dans la matrice Biote

1-2 **Titre projet :** Réseau de contrôle et surveillance DCE, contaminants chimiques dans la matrice Biote

1-3 **Porteurs du projet :** Office de l'eau Réunion

1-4 **Résumé du projet :** Le volet chimique de la DCE à La Réunion s'effectue en partie dans la matrice biologique. Il implique de déployer sur 13 stations DCE des dispositifs dits de caging de modioles. Il est mis en œuvre à partir de moules (*Modiolus auriculatus*), un bioaccumulateur naturellement présent sur les platiers récifaux. Les campagnes, préconisées tous les trois ans, nécessitent la collecte de 5 200 à 6 500 individus à chaque fois.

1-5 **Si prélèvements, précisez :**

- **La taille et le nombre de prélèvements :** de 5 200 à 6 500 individus
- **La méthode de prélèvement :** ramassage manuel

1-6 **La demande concerne-t-elle une ou plusieurs espèces protégées ?** Non

1-7 **Site concerné :** Lagon du Port de Saint-Leu

1-8 **Nombre et durée de sorties dans les zones sanctuaire :** Aucune

1-9 **Préciser si l'étude va comporter un ancrage au sol :** Non

1-10 **Préciser si l'étude va comporter l'utilisation d'un engin / d'une pratique de pêche particulier (e)?** Non

1-11 **Préciser si l'étude intègre l'utilisation d'engins lumineux ?** Non

1-12 **Evaluation et stratégie de réduction de l'impact de l'étude :** Nous mobiliserons nos partenaires pour que soit proposé une méthode de collecte et un suivi de son impact. Les résultats de ces travaux permettront d'adapter aux contraintes environnementales ce suivi dans la matrice biologique.

1-13 Principaux partenariats : ARDA, IFREMER, DEAL

1-14 Date d'exploitation prévisionnelle : décembre 2015

1-15 PJ : courrier de demande d'avis du CS de la Réserve

2- DOMAINE CONCERNE PAR LA DEMANDE

2-1 Mise en application du décret de création de la réserve

2-1-1 Article du décret concerné par la demande

Art 9. II. du décret n°2007-236 du 21 février 2007 portant création de la RNMR - Sauf autorisation délivrée par le Préfet à des fins scientifiques ou d'entretien de la Réserve, est interdite la collecte :

- 1) Des coraux vivants ou morts entiers ou par parties
- 2) Des roches, minéraux, fossiles, amendements marins
- 3) Des coquillages vivants ou morts, sous réserve des arrêtés préfectoraux pris en application de l'article 8

2-1-2 Service instructeur

DEAL DMSOI

Accord du service instructeur oui non

2-2 Référence au plan de gestion

SI17 Effectue des suivis DCE

2-3 Question sur laquelle doit se positionner le service instructeur ?

Réalisées entre 2000 et 2008, plusieurs études ont montré qu'il existait une population de modioles importante et stable, susceptible d'alimenter ce suivi. En revanche, elles n'évaluent pas l'impact de prélèvements importants sur le milieu et l'espèce. Or, depuis ces études, la pression sur le lagon réunionnais s'est accrue.

Le site identifié pour la collecte est le platier récifal du port de Saint-Leu. Un état des lieux de la population réalisé le 7 juillet 2015, en partenariat avec l'Ifremer, l'ARDA et l'Office de l'eau, a conclu que la population était suffisante pour permettre ce suivi.

Au regard de l'impact potentiel de ce prélèvement sur le milieu et l'espèce, nous sollicitons l'avis du Conseil Scientifique de la Réserve Naturelle Marine sur sa faisabilité.

2-4 Analyse technique et avis du GIP RNMR

L'espèce concernée est commune et ne fait pas l'objet d'une protection particulière. Le nombre d'individus collectés tous les 3 ans est important. Un rapport du suivi de l'état de la population comme suggéré par le CS est attendu avant le lancement de la deuxième campagne d'échantillonnage.

La demande mentionne le déploiement de 13 stations dites de « caging » de modioles, suite à la collecte des échantillons mais il n'est pas précisé où et quand le déploiement va avoir lieu.

3- AVIS du Conseil Scientifique

Bien qu'il s'agisse d'une espèce commune, présente sur de nombreux platiers à La Réunion, la collecte d'un grand nombre d'individus sur plusieurs années pose la question de son impact sur le renouvellement de la population dans le temps. Et ce d'autant que la demande manque de précisions sur l'évaluation et la réduction de l'impact de la méthode de collecte par le demandeur.

Remarques du CS :

- 1) Si les modioles sont bien présents sur le site (observation du 7 juillet 2015), aucune évaluation de l'état actuel de la population des modioles et de sa concentration n'a été effectuée. Pour mémoire, l'étude réalisée par Harold Cambert de l'ARVAM en 2001 estime la population de modioles à 900 ind/m² dans la zone la plus dense.
- 2) Il manque des indications sur la méthode de prélèvement des modioles. Celui-ci se fait-il individu par individu ou en plaque ?
Le CS alerte sur le risque de colonisation du substrat mis à nu lors du prélèvement par plaque par des espèces envahissantes.
- 3) La vitesse de renouvellement de la population de modioles ayant été estimée à 3 ans par l'ARVAM, quel est le maintien de la population sur le long terme ?

Le CS émet un avis favorable à la demande sous réserve des recommandations suivantes :

- 1) Lors de cette première opération de prélèvement, une analyse des densités en modioles (sur quadras de 0.25m²) devra être réalisée afin d'actualiser les données de 2001. Cette analyse inclut aussi l'actualisation de la cartographie du gisement.
 - 2) Afin de ne pas déstructurer la banquette, la collecte des individus devra se faire par points répartis sur la zone colonisée et non par plaques.
 - 3) Un suivi annuel de recolonisation des zones exploitées devra être réalisé à l'aide de quadras fixes mis à nu ou de photographies.
- Ces informations devront être communiquées dans un rapport adressé au GIP RNNMR, avant la deuxième campagne de prélèvement.

Signature de la Présidente
du Conseil Scientifique :

Date : 11 septembre 2015



Annexe II : Décision d'autorisation de prélèvement de modioles N°2015-14 / DEAL/SEB/UBIO



PRÉFET DE LA RÉUNION

Direction
de l'environnement, de
l'aménagement
et du logement de La Réunion

Saint-Denis, le

29 SEP. 2015

Service Eau et Biodiversité

DECISION N°2015-14 / DEAL/SEB/UBIO
PORTANT AUTORISATION DE PRELEVER DES MODIOLES
DANS LA RESERVE NATIONALE MARINE DE LA REUNION

Le Directeur de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement,

VU le décret n° 2007-236 du 21 février 2007, modifié par le décret n°2014-542 du 26 mai 2014, portant création de la réserve naturelle nationale marine de la Réunion ;

VU l'arrêté préfectoral n°1314 du 27 août 2012 portant délégation de signature à M. Daniel FAUVRE, directeur de l'environnement, de l'aménagement et du logement de La Réunion, pour les activités générales de ses services;

VU la décision n° 2014/06/26/DIR41 du 26 juin 2014 portant subdélégation de signature à certains agents placés sous l'autorité du directeur de la DEAL Réunion;

VU la demande de Monsieur Léonard DURASNEL, de l'Office de l'Eau de La Réunion, en date du 15 juillet 2015, relatif au projet de prélèvement de modioles pour réaliser le suivi des contaminants chimiques dans la matrice Biote.

VU l'avis du conseil scientifique de la réserve nationale marine de la Réunion du 11 septembre 2015;

Considérant que les opérations envisagées contribueront à permettre le suivi des contaminants chimiques des eaux littorales de La Réunion ;

DECIDE :

Article 1 : Objet de l'autorisation

L'Office de l'Eau de La Réunion ou toute autre personne mandaté par l'Office de l'eau, est autorisé à réaliser des prélèvements de modioles (*Modiolus auriculatus*), à l'intérieur de la Réserve Nationale Marine de La Réunion. 5 200 à 6 500 individus seront ainsi prélevés pour permettre l'étude des contaminants chimiques des eaux littorales.

Pour la présente campagne, la délégation Ifremer de l'océan indien mettra en œuvre les opérations suivantes au titre de convention particulière adossée à l'accord-cadre de coopération passé avec l'Etat (Réf. Ifremer n°14/1210970) :

- Lors de la première opération de prélèvement, une analyse des densités en modioles devra être réalisée afin d'actualiser les données de 2001 (sur quadrats de 0.25 m²). Cette analyse inclut aussi l'actualisation de la cartographie du gisement.
- Afin de ne pas déstructurer les populations, la collecte des individus devra se faire par points répartis sur la zone colonisée et non par plaques.
- Un suivi annuel de la recolonisation des zones exploitées devra être réalisé à l'aide de quadrats fixes de 0,25m² mis à nu ou de photographies pendant 3 ans et validé dans le cadre des groupes de travail sur les eaux littorales.
- Ces informations devront être communiquées dans un rapport adressé au GIP RNNMR, avant la deuxième campagne de prélèvement.

Les opérations de prélèvement à mener par le prestataire devront être entreprises en présence d'un personnel de la délégation Ifremer. Les prélèvements seront réalisés sur les zones les plus denses à l'aide d'un couteau sous forme de plaques de l'ordre 20/20 cm distribués sur l'ensemble du « gisement du port de St Leu ».

Les prélèvements dans les zones de protection intégrale ne sont pas autorisés.

Article 2:

Le Groupement d'Intérêt Public « Réserve Nationale Marine de La Réunion » sera averti des dates des opérations.

Article 3:

Les personnes chargées des études sur le terrain devront disposer sur elles de la présente autorisation et être en mesure de justifier de leur identité et de leur fonction.

Article 4:

Le bénéficiaire adressera à la DEAL et au Groupement d'Intérêt Public « Réserve Nationale Marine de La Réunion », un rapport décrivant le déroulement des travaux et les principaux résultats acquis. A l'issue de la période d'autorisation, il adressera à la DEAL et au GIP-RNNMR, un rapport synthétique de l'ensemble des résultats obtenus.

Article 5 :

La présente décision annule la décision N° 2015-13/DEAL/SEB/UBIO

Article 6:

La présente autorisation est valable jusqu'au 30 septembre 2016.

**Pour le Directeur de l'Environnement,
de l'Aménagement et du Logement
Le Chef du Service Eau et Biodiversité**






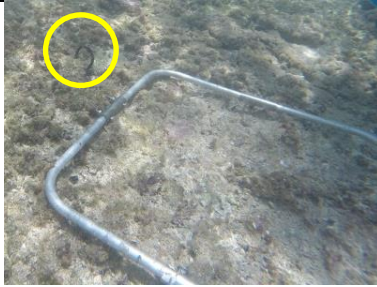



Jérôme DULAU








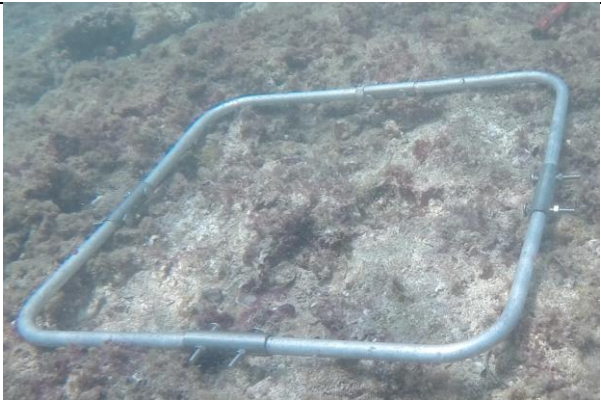
Copies : GIP RNNMR, DMSOI, Brigade Nautique, BNOI

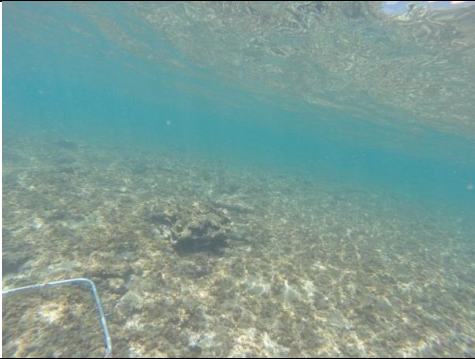






Annexe III : Biométrie des individus prélevés en aout 2016

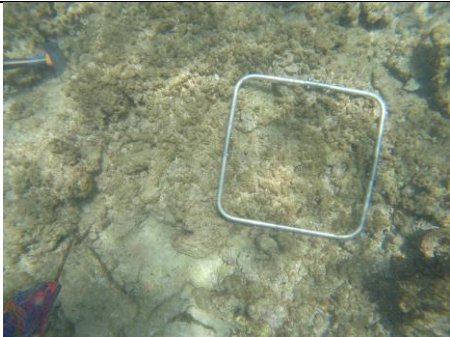
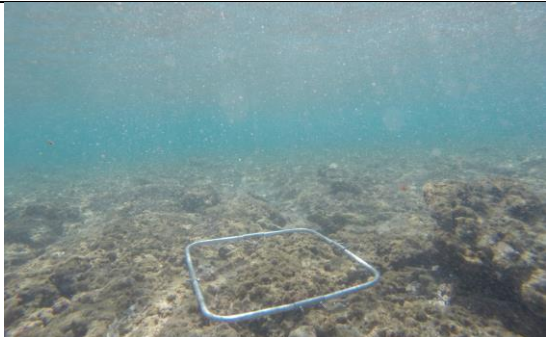






N° individu	Longueur (mm)	Largeur (mm)	Hauteur (mm)	N° individu	Longueur (mm)	Largeur (mm)	Hauteur (mm)
1	31,35	17,1	13,28	46	24,46	14,4	10,89
2	45,22	19,21	19,55	47	28,65	16,33	12,35
3	31,18	15,57	15,38	48	20,98	13,14	10,16
4	36,16	17,42	16,27	49	25,24	15,11	10,21
5	37,83	18,42	15,53	50	25,88	14,23	11,98
6	29,8	17,66	13,93	51	34	16,02	17,88
7	32,66	16,09	15,31	52	33,47	16,52	15,9
8	33,13	16,75	15,41	53	36,65	16,76	20,22
9	37,46	15,82	17,34	54	29,99	16,9	18,54
10	32,81	14,34	16,92	55	31,15	14,1	18,53
11	36,82	16,82	16,15	56	31,8	16,85	15,83
12	28,2	15,04	12,53	57	30,34	15,52	13,67
13	34,93	18,46	15,31	58	30,23	15,16	14,09
14	36,79	19,62	16,46	59	33,15	15,41	14,79
15	30,37	16,47	14,13	60	37,53	17,03	16,74
16	33,25	17,04	16,51	61	42,02	19,75	18,24
17	27,55	15,97	12,05	62	39,66	20,03	17,24
18	38,52	16,57	18,55	63	34	16,53	16,62
19	34,81	15,67	15,77	64	35,53	17,43	15
20	33,72	17,02	15,36	65	37,31	18,85	15,48
21	27,68	14,75	11,61	66	31,85	17,83	16,81
22	44,58	20,05	24,67	67	33,39	16,14	18,4
23	33,13	16,37	14,7	68	36,39	18,68	18,38
24	40,05	17,93	19,11	69	27,12	14,9	13,16
25	35,5	17,96	17,92	70	34,5	16,56	16,06
26	36,84	16,85	16	71	24,37	13,81	9,28
27	33,35	15,54	16,76	72	25,59	13,81	11,12
28	22,54	11,63	12,22	73	37,14	17,61	17,21
29	34,11	17,81	14,49	74	29,63	16,33	13,2
30	31,2	16,03	15,12	75	27,21	15,29	10,96
31	38,76	18,27	15,65	76	26,92	14,03	13,28
32	25,8	13,32	10,99	77	27,16	12,64	14,13
33	34,55	17,07	15,99	78	31,41	14,5	14,76
34	35,9	16,55	15,66	79	30,37	14,25	13,75
35	35,33	15,89	18,25	80	33,81	16,96	15,96
36	26,5	14,37	14,11	81	24,28	13,59	10,13
37	36,59	15,77	15,5	82	20,25	11,1	8,65
38	25,65	13,36	11,36	83	13,15	7,98	5,62
39	33,2	16,8	14,93	84	7,66	4,17	3,31
40	31,63	16,91	15,68	85	12,47	6,99	5,19
41	30,16	16,53	13,07	86	19,18	10,6	9,01
42	34,2	16,54	15,71	87	10,38	6,29	4,3
43	32,41	14,56	14,92	88	9,56	5,78	4,15
44	37,07	18,23	16,85	89	14,74	8,35	6,63
45	40,01	18,71	17,8	90	9,7	5,86	3,89
				91	13,5	7,75	5,71




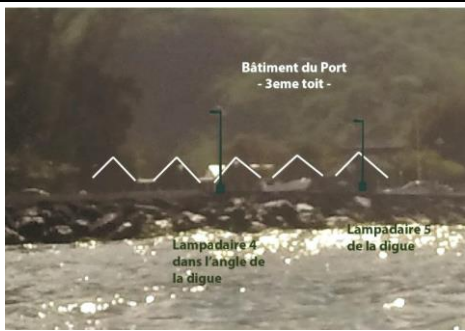

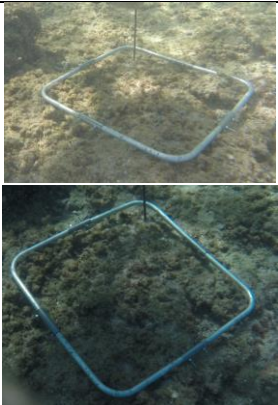

Annexe IV : Repérage terrain et photos des 5 quadrats lors du suivi initial

Quadrat 1	
Coordonnées :	X = 55.28502 Y = -21.16688
Localisation terrain : près d'une patate de porites -rose-violette, substrat dur	
	
Amers en regardant la côte :	
Amer à gauche	Amer à droite
	
Positionnement du repère (collier de serrage)	
	
Photo quadrat	
Avant prélèvement	Après prélèvement
	




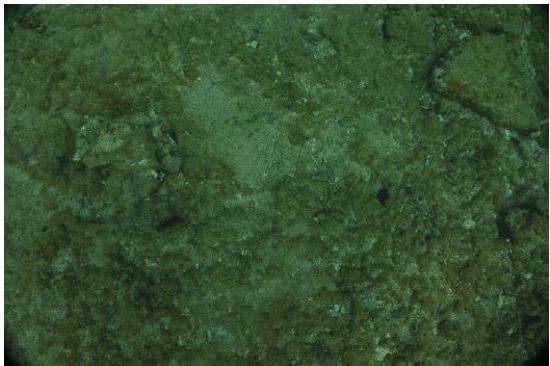

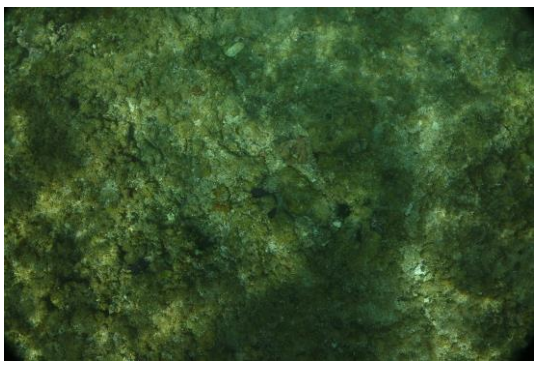
Quadrat 2		
Coordonnées :	X = 55.28510	Y = -21.16747
Localisation terrain : près d'une patate de corail mort, substrat dur		
		
Amers en regardant la côte :		
Amer à gauche	Amer à droite	
		
Positionnement du repère (collier de serrage)		
		
Photo quadrat		
Avant prélèvement	Après prélèvement	
		

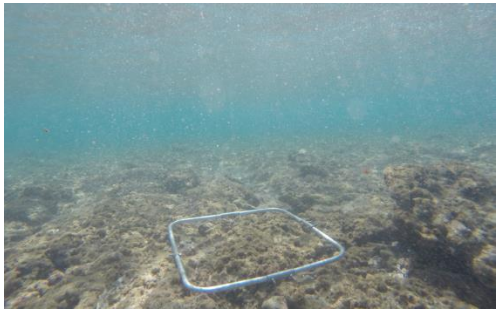
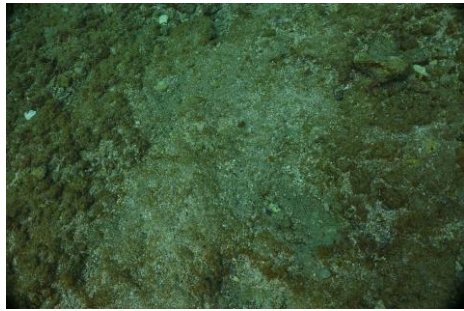


Quadrat 3	
Coordonnées :	X = 55.28494 Y = -21.16793
Localisation terrain : près d'une patate de corail mort, zone plutôt meuble, avec sables grossiers	
	
Amers en regardant la côte :	
Amer en face	Amer à droite
	
Positionnement du repère (collier de serrage)	
	Pas de possibilité de fixation
Photo quadrat	
Avant	Après
	

Quadrat 4	
Coordonnées :	X = 55.28474 Y = -21.16841
Localisation terrain : un peu accidenté, entre une petite travée sableuse et une patate de corail mort	
	
Amers en regardant la côte :	
Amer à gauche	Amer à droite
	
Positionnement du repère (collier de serrage)	
	
Photo quadrat	
Avant	Après
	

Quadrat 5	
Coordonnées :	X = 55.28481 Y = -21.16850
Localisation terrain : près d'une patate de corail massif mort, substrat dur	
	
Amers en regardant la côte :	
Amer gauche	Amer à droite
	
Positionnement du repère (collier de serrage)	
	Pas de possibilité de fixation
Photo quadrat	
Avant prélèvement	Après prélèvement
	

Annexe V : Photographies prises lors du retour sur site sur les 5 quadrats

Quadrat	Localisation terrain 2016	Suivi annuel (novembre 2017)
Q1		
<p>La patate de corail a été retrouvée mais sur le site, la zone correspondant au quadrat n'est pas identifiable. Il n'y a pas de décollement de banquette.</p>		
Q2		
<p>La patate de corail repère n'a pas été retrouvée. Une zone semblant avoir été mise à nu a été observée et si c'est le cas, une recolonisation est en cours. Il n'y a pas de décollement de banquette.</p>		
Q3		
<p>La patate de corail repère n'a pas été retrouvée. Une zone paraissant avoir été mise à nu a été observée et si c'est le cas, une recolonisation est en cours. Il n'y a pas de décollement de banquette.</p>		

Q4		
<p>La patate de corail repère n'a pas été retrouvée. Une zone paraissant avoir été mise à nu a été observée et si c'est le cas, une recolonisation est en cours. Il n'y a pas de décollement de banquette.</p>		
Q5		
<p>La patate de corail a été retrouvée, une zone paraissant avoir été mise à nu a été observée à proximité et une recolonisation est en cours. Il n'y a pas de décollement de banquette.</p>		