

Aix-Marseille Université
OSU - Institut Pythéas

Master professionnel Environnement Marin
Année 2015-2016

Réalisation d'un projet pilote de plateforme
d'observation de la mer et du littoral
dans le contexte marseillais

BARTH Laura

Stage réalisé à Septentrion Environnement – Association loi 1901. Marseille

Responsable de stage : Olivier Bianchimani

du 29 février au 31 août 2016



Plateforme d'Observation du Littoral Appliquée à la
Recherche, à l'Information et à la Sensibilisation



Remerciements

Je souhaite tout d'abord remercier l'association Septentrion Environnement, représentée par Marc Garel, pour m'avoir accueillie dans leurs locaux et offert l'opportunité de travailler avec eux. L'ambiance, particulièrement chaleureuse, se prête à un travail efficace et réalisé avec envie. J'ai réellement apprécié faire partie de l'équipe qui m'a intégrée, dès le premier jour, en tant que référente du sujet d'étude et non pas comme simple stagiaire. J'aimerais exprimer ma gratitude à Carole Alias, Solène Basthard-Bogain et Olivier Bianchimani pour leurs encouragements, conseils, soutiens et accompagnements quotidiens qui m'ont permis de progresser rapidement avec passion et sérénité. Merci à eux pour la confiance et le partage à chaque instant grâce auxquels j'ai pu élargir mon réseau professionnel, étoffer mes connaissances en biologie marine, progresser en plongée sous-marine et utiliser mes compétences en conduisant un projet multi-acteurs à l'interface de plusieurs domaines d'actions. Ce stage marque la fin de mes études mais surtout le début d'une vie professionnelle passionnante à leurs côtés.

Merci également à Adrien Cheminée, Marc Garel et Jean-François Sys, membres du conseil d'administration de Septentrion Environnement, pour leur temps accordé et leurs conseils scientifiques et rédactionnels concernant la réalisation des différents documents produits pendant ces 6 mois de stage. Ces moments d'échanges, toujours agréables, m'ont poussée à adopter une démarche scientifique rigoureuse et adaptée au public visé.

Merci à Adrien Picq, stagiaire à l'association, pour la réalisation d'un support vidéo en lien avec POLARIS.

Ce stage a été l'occasion de rencontrer des acteurs aux compétences diversifiées. Je tiens à remercier chacun d'entre eux pour leur temps accordé et leur intérêt exprimé vis-à-vis de ce projet. Merci à la région PACA, au Conseil Départemental 13, à la Métropole d'Aix-Marseille Provence et à la ville de Marseille pour leur confiance envers Septentrion Environnement et ce nouveau projet.

Un merci supplémentaire à la ville de Marseille pour leur soutien logistique. La mise à disposition de leurs locaux, à la base nautique du Roucas Blanc, m'a permis de réaliser des conférences et rendez-vous informatifs nécessaires au bon déroulement de mon stage. J'adresse un merci particulier à Muriel Aguad, Martial Caspar, Robert Civallero, Marie Cortes, Joël Dottori, Christel Georges, Thomas Hassid, Pascale Janny, William Loncan et René Tellini pour leur disponibilité et intérêt porté à ce projet.

Je remercie profondément Jean-Pierre Feral, Giulia Gatti et Christian Marshal de l'Institut Méditerranéen de Biodiversité et d'Ecologie marine et continentale ainsi que Sébastien Personnic et Sandrine Ruitton de l'Institut Méditerranéen d'Océanologie pour leurs expertises scientifiques précieuses, leurs accompagnements sur le terrain et leurs conseils pour le traitement des données.

Je remercie chaleureusement Laurent Debas, Marine Jacquin et Lilita Vong de l'association Planète Mer pour leurs enthousiasmes, conseils et disponibilités qui promettent un bel avenir à POLARIS. Nos échanges constructifs renforcent la dimension collaborative de ce projet long terme, pour lequel nous serons, je l'espère, amenés à travailler ensemble de nouveau.

Merci également à Marianne Lang, Bruno Meola, Marie Romani, Marta Sostres et Chloé Webster, de l'association MedPan pour leurs intérêts portés à POLARIS, que ce soit lors de réunions ou lors de tests sur le terrain. J'espère sincèrement pouvoir poursuivre ces échanges prochainement.

Merci à Pierre Boissery de l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse pour son intérêt vis-à-vis de POLARIS. Dans ce même sens, je remercie Boris Daniel de l'Agence des Aires Marines Protégées ainsi qu'Éric Charbonnel du Parc Marin de la Côte Bleue.

Je remercie personnellement Jean-Patrick Durand, Thierry Houard, Mathieu Imbert, et Claude Lefèbre pour leur volonté d'accompagnement dans la suite de POLARIS.

Je souhaite remercier Gérald Mannaerts et Pierre Thiriet du Muséum National d'Histoire Naturelle pour leurs intérêts respectifs portés à POLARIS. Même si nos échanges à ce sujet ne font que commencer, ils ont permis d'entrevoir un développement de POLARIS à plus large échelle.

Enfin, je tiens à remercier tout spécialement les adhérents plongeurs de Septentrion Environnement qui se sont investis dans ce projet collaboratif et ont participé à la phase de test sur le terrain avec entrain et énergie. Merci à eux pour leur dynamisme, enthousiasme, volonté et curiosité exprimés à chaque plongée. Chaque sortie a été riche en apprentissages, échanges et émotions et a permis de faire évoluer ce projet dans un but commun. Merci à tous pour cette belle aventure qui se poursuivra, je l'espère, au-delà de ces 6 mois.

Ce stage s'inscrit dans le cadre du projet POLARIS qui a été initié sur fonds propres par Septentrion Environnement.

Partenaires impliqués



SOMMAIRE

Résumé	2
Abstract	3
1. Introduction	4
2. Analyse du contexte stratégique multi-échelles	6
2.1. Au niveau international	6
2.1.1. La Convention sur la Diversité Biologique (CDB).....	6
2.1.2. La Convention de Barcelone.....	7
2.2. Au niveau européen	7
2.2.1. La Directive Cadre Stratégie Milieu Marin (DCSMM 2008/56/CE).....	7
2.2.2. Les Directives Oiseaux (2009/147/CE) et Habitat-Faune-Flore (92/43/CEE)	7
2.3. Au niveau national.....	8
2.3.1. La Stratégie Nationale pour la Biodiversité (SNB)	8
2.3.2. Le Grenelle de la Mer	8
2.3.3. La Stratégie de Création d'Aires Marines Protégées (SCAMP).....	8
2.3.4. La loi pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages	9
2.4. Au niveau local.....	9
2.4.1. La Stratégie Globale pour la Biodiversité en Provence-Alpes-Côte d'Azur (SGB PACA)	9
2.4.2. Le contrat de baie.....	9
2.4.3. La stratégie territoriale de la métropole d'Aix-Marseille Provence	10
2.4.4. La stratégie biodiversité de la ville de Marseille	10
3. Matériels et méthodes	10
3.1. Définition des besoins et champs de compétences des partenaires locaux.....	10
3.2. Identification et simplification des protocoles pour récolter des données de terrain	11
3.3. Elaboration de supports pédagogiques.....	16
3.4. Test des protocoles et collecte de données <i>in situ</i>	16
3.5. Traitement des données.....	18
4. Résultats	19
4.1. Des documents de communication	19
4.2. Des supports pédagogiques sous forme de catalogues	19
4.2.1. Premier niveau – CIGESMED	19
4.2.2. Deuxième niveau – GECO-MED.....	20
4.3. Mise en œuvre de la plateforme POLARIS <i>in situ</i>	21
5. Discussion	28
5.1. POLARIS, une plateforme collaborative suscitant des intérêts chez différents acteurs	28
5.2. Une dimension pédagogique appréciée.....	29
5.3. Des premiers résultats encourageants.....	29
5.4. Positionnement de POLARIS vis-à-vis d'autres programmes	31
6. Conclusion et perspectives	32
6.1. Conclusion	32
6.2. Perspectives.....	33
7. Références bibliographiques	34

Résumé

La protection de l'environnement marin fait l'objet d'une intégration grandissante dans les politiques publiques. Des programmes de recherche, coordonnés par des scientifiques, s'inscrivent dans des stratégies et des plans d'actions institutionnels multi-échelles en faveur de la biodiversité marine. Cependant, la temporalité des actions conduites par l'ensemble de ces acteurs n'est pas identique et rend l'utilisation des données de terrain parfois non optimisée. Pour tendre vers une gestion durable, les gestionnaires expriment un besoin de données dont le format soit homogène dans le temps et l'espace. D'un autre côté, les plongeurs loisirs révèlent un réel intérêt pour contribuer à la protection du milieu marin, via la collecte de données de terrain. POLARIS est un projet pilote qui se positionne comme une plateforme technique et pédagogique dédiée à l'acquisition de données de terrain en faveur de la connaissance et de la protection du milieu marin. Cette plateforme, développée sur l'espace marin de la métropole d'Aix-Marseille Provence, initie une nouvelle dynamique locale en rassemblant des acteurs autour d'objectifs communs. Des protocoles simplifiés et validés scientifiquement, ont été proposés à des plongeurs volontaires. Ces derniers ont contribué à une phase de test *in situ* pendant juin et juillet 2016. Les résultats de cette étude illustrent la dimension collaborative de cette plateforme qui s'est intégrée dans 60 % des sorties 'club' organisées par Septentrion Environnement. De même, 60 % des plongeurs volontaires ont contribué aux tests au cours de plus d'une plongée sur deux. 30 % d'entre eux sont venus plonger dans le seul objectif d'acquérir de la donnée via POLARIS. Une estimation annuelle prévoit que 500 plongées en lien avec POLARIS pourraient être réalisées, au sein de l'association. Des supports pédagogiques ont guidé les plongeurs dans les protocoles à réaliser et ont proposé une formation à l'observation environnementale sur plusieurs plongées. Une répartition équivalente des observations s'est établie autour de deux programmes de recherche en alimentant des bases de données. POLARIS est un outil d'aide à la décision pour les gestionnaires. Elle permet une collecte de données pluriannuelle et favorise un lien local entre des acteurs œuvrant pour une meilleure gestion de l'environnement marin. POLARIS confirme la nécessité d'une collaboration multi-acteurs régulière sur le long terme, pour mettre en place des mesures de gestion efficaces. Cette plateforme continue d'être co-développée pour tendre vers un observatoire de la mer et du littoral dans le contexte marseillais.

Abstract

The protection of the marine environment is attracting growing interest in public policies. Research programs, coordinated by scientists, are included in multi-level institutional strategies and action plans to protect marine biodiversity. However, actions carried out by several actors have different temporality. So, the use for field data is sometimes complicated. In order to strive for a sustainable management, managers need to harmonize data in time and space. Moreover, scuba divers show a real interest in marine protection, through the collect of field data. POLARIS is a pilot project defined as a technical and educational platform to collect field data in order to enhance knowledge and protection of the marine environment. This platform, developed on the marine area of 'Aix-Marseille Provence Métropole', initiates a new dynamic bringing local stakeholders together around common objectives. Simplified scientific protocols were proposed to volunteer divers who contributed to the tests *in situ* during June and July 2016. The results of this study show the collaborative dimension of this platform which was incorporated with 60 % of scuba diving activities organised by Septentrion Environnement. Similarly, 60 % of the participants contributed over to 50 % taking account of the whole of their dives during the test period. 30 % of them came diving only to obtain field data through POLARIS. An annual estimate forecasts that 500 dives could be carried out with Septentrion Environnement linked to POLARIS. Educational supports guided divers in the protocols to realize and proposed a training in environmental observation through many dives. An equivalent repartition were established between two research programs by contributing to the input of databases. POLARIS is a tool to aid decision for managers. It allows the collect field data on a long term and promotes a local link between actors working on the protection of marine biodiversity. POLARIS confirms the need for a multi-actor cooperation is essential over a long term, to implement an effective management. POLARIS is co-developing in order to strive for a sea and littoral observatory in Marseille.

1. Introduction

Le développement des activités humaines et le changement climatique impactent la biodiversité. Les vitesses d'évolution sont diverses et impliquent la mise en place de mesures de gestion pour suivre ces transformations et protéger au mieux l'environnement (Thomas *et al.*, 2004). Pour être efficaces, ces mesures doivent s'appuyer sur des données reflétant l'état actuel du milieu à protéger. La collecte et l'analyse de telles informations doivent se réaliser à long terme et impliquent de mobiliser un très grand nombre d'acteurs pour obtenir des résultats significatifs (Mathieu, 2011). Les institutions scientifiques et les services de l'État dédiés à la gestion de l'environnement, peuvent être insuffisants du fait de leurs moyens parfois limités. La participation citoyenne est donc vitale pour maintenir une pression constante sur l'urgence et l'indispensabilité de réagir (Bœuf *et al.*, 2012).

De nombreuses initiatives existent et sont regroupées sous le terme de sciences participatives. Celles-ci se définissent comme des *'formes de production de connaissances scientifiques auxquelles des acteurs non scientifiques-professionnels, qu'il s'agisse d'individus ou de groupes, participent de façon active et délibérée'* (Houllier *et al.*, 2016). Dans cette définition, les connaissances scientifiques sont validées par des pairs selon des normes en usage dans les communautés de recherche (réfutabilité, reproductibilité, etc.). La participation implique les citoyens de manière directe face à une problématique. Ceux-ci se mobilisent par leur volonté de mieux connaître des phénomènes qui impactent leur espace de vie et lieu de loisir.

La protection de l'environnement marin bénéficie d'un intérêt grandissant chez les gestionnaires et les institutionnels. Cependant, la complexité, la diversité et la difficulté d'accès du milieu nécessitent des suivis spécifiques répétés, délimités géographiquement, cadrés scientifiquement par des objectifs précis et menés à long terme. Des programmes de recherche, coordonnés par des scientifiques, s'inscrivent dans des objectifs visés par des stratégies internationales, nationales et locales de protection du milieu marin. Ces recommandations stratégiques nécessitent un temps d'application important. Or, la courte durée de vie des programmes de recherche pénalise l'accessibilité à des données de référence, exploitables à long terme par les gestionnaires. Ces derniers sont demandeurs de données de terrain qui soient homogènes dans le temps et l'espace, afin de permettre un suivi et une gestion durable de leur territoire. Un constat unanime ressort : de nombreuses actions sont conduites sur le territoire marseillais ; des attentes et besoins convergents sont exprimés mais rencontrent des difficultés pour une mise en application commune.

Septentrion Environnement est une association loi 1901, dédiée à la connaissance et à la protection du milieu marin. Elle est implantée sur le territoire marseillais depuis 2007 et se positionne comme interface d'échange en lien direct avec les acteurs locaux : institutionnels, gestionnaires,

scientifiques et citoyens plongeurs. Ces derniers expriment un réel intérêt pour contribuer à la protection du milieu marin, via la collecte de données de terrain. Face à ces constats, Septentrion Environnement étudie depuis 2012, la possibilité de construire un projet multi-acteurs permettant de répondre aux besoins convergents, émergeant des entités de gestion présentes sur le secteur marseillais. En tant que structure associative réunissant une équipe pluridisciplinaire, Septentrion Environnement possède des ressources scientifiques, matérielles et humaines nécessaires à l'élaboration d'un projet de territoire, au service de l'environnement marin. POLARIS (Plateforme d'Observation du Littoral Appliquée à la Recherche, à l'Information et à la Sensibilisation) a ainsi été initiée fin 2014 et concrétisée en 2016.

POLARIS est une plateforme technique et pédagogique dédiée à l'acquisition de données de terrain en faveur de la connaissance et de la protection du milieu marin. Celle-ci propose une dimension collaborative et s'adresse aux pratiquants de la plongée professionnelle et de loisir. Elle relaie des programmes de recherche et présente des protocoles standardisés et validés scientifiquement, qui sont simplifiés pour s'adapter au public visé (Gatti *et al.*, 2015 ; Personnic et Ruitton, 2016). Ce projet pilote implique institutionnels, gestionnaires, scientifiques et citoyens plongeurs sur le territoire marin de la métropole d'Aix-Marseille Provence. Il s'agit de mutualiser les domaines d'expertises de chacun pour mettre en place un modèle de fonctionnement le plus efficace et durable possible. Des objectifs à long terme lui sont alors associés (Tabl. 1).

Tableau 1 : Présentation des objectifs généraux de POLARIS

Objectifs scientifiques	Objectifs pédagogiques
Développer, tester et valoriser des protocoles multi-niveaux destinés à des plongeurs loisirs et professionnels pour collecter de la donnée de terrain répondant à des besoins de gestion.	Former des plongeurs à l'observation environnementale à travers une démarche scientifique.
Participer au suivi d'habitats de Méditerranée, pour certains emblématiques.	Développer des supports pédagogiques s'appuyant sur des contenus scientifiques.
Alimenter des bases de données de programmes scientifiques en cours.	Initier une nouvelle dynamique locale, fédérer des acteurs au profil diversifié et valoriser la coopération entre plusieurs structures d'un même territoire.
Fournir des données accessibles aux gestionnaires pour aider à l'élaboration de mesures de gestion en faveur du milieu marin.	Sensibiliser le public à des actions de science collaborative ¹ .

¹ La science collaborative met en avant la réciprocité de l'information du scientifique vers le producteur de données et inversement. Cette réciprocité doit être permanente et engager une participation sur le long terme (Bœuf *et al.*, 2012).

Des objectifs spécifiques délimitent cette présente étude sur le territoire d'action de Septentrion Environnement (Marseille) et sur 6 mois de réalisation : **(i)** définition d'un cadre conceptuel de la plateforme en accord avec les besoins des partenaires locaux ; **(ii)** élaboration des supports pédagogiques et techniques ; **(iii)** tests *in situ* des protocoles et de la pédagogie rattachés à la plateforme ; **(iv)** synthèse de cette étude préliminaire. Ce rapport, comprenant 4 grandes parties, présente les réflexions et actions développées autour de POLARIS sur le premier semestre 2016. La première partie expose le contexte stratégique international, européen, national et local dans lequel s'inscrit POLARIS. La seconde partie présente les différentes étapes de réflexion intervenant dans la construction de cette plateforme. La troisième partie est consacrée aux résultats obtenus. Enfin, la dernière partie discute ces résultats ainsi que la position de POLARIS vis-à-vis de programmes utilisant une mobilisation citoyenne.

2. Analyse du contexte stratégique multi-échelles

L'érosion de la biodiversité touche l'ensemble de la planète (Coll *et al.*, 2010). Ses conséquences sont visibles tant à l'échelle mondiale qu'au niveau local. Par l'ensemble des bénéfices et des services que la biodiversité fournit, sa conservation constitue un enjeu majeur pour le bien-être humain (Millennium Ecosystem Assessment, 2005). Pour répondre aux enjeux de la biodiversité, les actions de protection des espaces naturels terrestres et marins s'inscrivent dans le cadre de nombreux engagements internationaux. La France est en effet signataire de la plupart des accords internationaux, communautaires et régionaux pour la conservation de la biodiversité.

POLARIS constitue un outil permettant de participer à l'atteinte des objectifs visés par ces stratégies, notamment ceux faisant écho à la connaissance, au suivi et à la protection des écosystèmes marins et littoraux.

2.1. Au niveau international

2.1.1. La Convention sur la Diversité Biologique (CDB)

Le 3^{ème} sommet de la Terre (sommet de Rio, 1992) est un événement majeur de l'avènement de la conservation de la nature à l'échelle internationale. Il précise les concepts de développement durable et de biodiversité en les inscrivant au sein d'un accord international juridiquement contraignant, la Convention sur la Diversité Biologique (CDB), ratifiée par 193 pays, dont la France en 1994 (UICN, 2016). L'article 2 définit la biodiversité comme *'la variabilité des organismes vivants de toute origine y compris, entre autres, les écosystèmes terrestres, marins et autres écosystèmes aquatiques et les complexes écologiques dont ils font partie ; cela comprend la diversité au sein des espèces et entre espèces ainsi que celle des écosystèmes'* (Nations Unies, 1992). Outre la conservation de la biodiversité, la CDB impose l'utilisation durable des espèces et

des milieux naturels. Celle-ci passe inévitablement par une collaboration multi-acteurs et par l'application de mesures de gestion s'appuyant sur des collectes pérennes de données de terrain.

Les objectifs d'Aichi pour la biodiversité sont un ensemble de 20 objectifs regroupés dans 5 buts stratégiques devant être atteints d'ici à 2020. Ces objectifs visent à *'mettre un terme à l'appauvrissement de la diversité biologique, afin de s'assurer que les écosystèmes soient résilients et continuent de fournir des services essentiels, préservant la diversité de la vie sur Terre, et contribuant au bien-être humain et à l'élimination de la pauvreté'* (Nations Unies, 1992). Le dernier but stratégique appelle à promouvoir la collaboration à différents niveaux pour comprendre, restaurer et préserver les écosystèmes. Il cherche à *'renforcer la mise en œuvre, au moyen d'une planification participative, de la gestion des connaissances et du renforcement des capacités'* (Nations Unies, 1992).

2.1.2. La Convention de Barcelone

Plusieurs conventions de mer régionales existent (Carthagène, OSPAR, etc.). En Méditerranée, la Convention de Barcelone (1976) remplit ce rôle. Elle a été amendée en 1995 et se compose de 7 protocoles visant à réduire la pollution et à protéger le milieu marin méditerranéen pour contribuer à son développement durable. Cette convention encourage les parties contractantes à coopérer dans tous les domaines et à instaurer un système d'information et de surveillance continue de la pollution. Les principes d'information et de participation du public sont évoqués (UICN, Convention de Barcelone, article 15, 1976).

2.2. Au niveau européen

2.2.1. La Directive Cadre Stratégie Milieu Marin (DCSMM 2008/56/CE)

La DCSMM établit un cadre d'action communautaire et conduit chaque État membre à élaborer une stratégie pour atteindre ou maintenir un Bon État Écologique (BEE) du milieu marin à l'horizon 2020. Cette stratégie se traduit par un plan d'action qui a mis en place, en 2015, un programme d'acquisition de connaissances. Celui-ci a pour vocation de compléter, diffuser et valoriser les connaissances scientifiques et techniques, mais également celles obtenues par les sciences participatives sur les écosystèmes marins (Ministère de l'Environnement, de l'Energie et de la Mer, 2014).

2.2.2. Les Directives Oiseaux (2009/147/CE) et Habitat-Faune-Flore (92/43/CEE)

Natura 2000 est le plus grand réseau d'espaces protégés au monde. Il a pour objectif de conserver ou de rétablir des habitats naturels et semi-naturels et des espèces d'intérêt communautaire, tout en prenant en compte les exigences économiques et sociales des territoires concernés. Les sites Natura 2000 sont les outils de mise en œuvre de deux Directives européennes : la Directive 'Oiseaux' et la Directive 'Habitats faune flore'. Le code de l'environnement définit les bases de la gestion des sites Natura 2000 en France, notamment l'exigence d'un document d'objectifs (Docob)

pour chaque site, élaboré localement et suivi dans sa mise en œuvre par un comité de pilotage (Copil). La France a progressivement intégré les orientations des conventions internationales et du droit communautaire dans une vision plus large de l'aménagement des territoires, qui relie la protection de l'environnement et le développement. A la suite du sommet de Rio en 1992 et avec la mise en place du réseau européen Natura 2000, elle a ainsi développé à grande échelle, une politique de gestion contractuelle de la biodiversité, impliquant davantage les acteurs locaux (UICN, 2013).

2.3. Au niveau national

2.3.1. La Stratégie Nationale pour la Biodiversité (SNB)

Dès 2004, la France a marqué sa volonté de faire entrer la biodiversité dans le champ de toutes les politiques publiques, en lançant sa première SNB. C'est la concrétisation de l'engagement français au titre de la CDB qui impose aux États parties de mettre en œuvre une stratégie en faveur de la biodiversité sur leur territoire. La SNB vise à mobiliser divers acteurs, à toutes les échelles territoriales, pour la préservation de la biodiversité. Elle a pour ambition commune de *'préserver et restaurer, renforcer et valoriser la biodiversité'*, en assurant l'usage durable et équitable des ressources naturelles (MEDDE, 2012).

2.3.2. Le Grenelle de la Mer

Le Grenelle de la Mer a été initié en 2007. Il s'agit d'un travail national multi-acteurs ayant abouti à 137 engagements qui ont contribué aux orientations de la Stratégie Nationale pour la Mer et le Littoral (SNML). Cette dernière constitue un document de référence pour la protection du milieu, la valorisation des ressources marines et la gestion intégrée des activités liées à la mer et au littoral (Ministère de l'Environnement, de l'Energie et de la Mer, 2015). Parmi divers objectifs, le Grenelle de la Mer souhaite protéger et mettre en valeur les espaces et les espèces de la mer et du littoral. Pour y parvenir, la science participative est un excellent moyen de développer la connaissance et sensibiliser l'ensemble de la population à l'importance de cette protection. Des initiatives d'actions communes se sont déjà construites comme 'BioLit' ou '20 000 yeux sous la mer' et entrent dans les ambitions du Grenelle de la Mer (Conseil national de la mer et des littoraux, 2013).

2.3.3. La Stratégie de Création d'Aires Marines Protégées (SCAMP)

La SCAMP, élaborée à la suite du Grenelle de la Mer, établit des principes et donne des orientations pour la création d'aires marines protégées (AMP). La contribution à la connaissance est un des principes désignés et permettrait de tendre vers un bon état des écosystèmes. Les sciences impliquant le grand public apparaissent comme un outil nécessaire pour répondre à ces principes.

2.3.4. La loi pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages

La reconquête de la biodiversité est impérative et nécessite la mobilisation de tous les acteurs, publics et privés, à toutes les échelles. C'est pour répondre à cette ambition que s'établit la 'loi n°2016-1087 pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages', promulguée le 8 août 2016 (JORF, 2016). Le gouvernement souhaite renouveler et simplifier la gouvernance des politiques en faveur de la biodiversité, au niveau national et régional. Plusieurs organismes existants (Office National des Eaux et des Milieux Aquatiques (ONEMA), Parc Nationaux de France (PNF), Agence des Aires Marines Protégées (AAMP), Atelier technique des espaces naturels) seront ainsi rassemblés au sein de l'Agence française de la biodiversité qui verra le jour en 2017 (Sénat, 2015). Concernant le milieu marin, la loi vise à assurer la conciliation des activités avec une démarche de protection. Un nouvel outil de police administrative dénommé 'zone de conservation halieutique' devrait permettre aux autorités de l'État d'interdire ou de réglementer les activités portant atteinte, ou susceptibles de porter atteinte, au bon état des zones fonctionnelles des ressources halieutiques (frayères, nourriceries, etc.) (Sénat, 2016).

2.4. Au niveau local

2.4.1. La Stratégie Globale pour la Biodiversité en Provence-Alpes-Côte d'Azur (SGB PACA)

Les stratégies locales en faveur de la biodiversité deviennent obligatoires pour les régions. Après un diagnostic territorial, la SGB PACA a débouché sur une ambition commune : *'refonder la relation homme-nature pour faire émerger un nouveau modèle de développement, dans lequel la biodiversité soit mieux connue, préservée et valorisée'* (Région PACA, 2014). Pour répondre à cette ambition, un cadre commun d'intervention a été élaboré et les connaissances deviennent indispensables. Celles-ci s'acquièrent notamment par des observations régulières et de long terme sur le terrain. Le grand public est entièrement intégré en tant qu'acteur et des initiatives citoyennes sont mises en avant au niveau local via des actions partenariales (Région PACA, 2014).

2.4.2. Le contrat de baie

La ville de Marseille (Direction de la Mer) et la métropole d'Aix-Marseille Provence ont signé en 2015 un contrat de baie, dont le périmètre s'étend de la Côte Bleue jusqu'à la baie de la Ciotat Saint-Cyr, en passant par le littoral de Marseille-Cassis. Ce contrat vise à rassembler des acteurs et créer une dynamique pour répondre aux exigences européennes imposées par la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) et la DCSMM. L'observation environnementale est un outil d'aide à la décision pour les gestionnaires de ce contrat de baie qui recherchent une meilleure coordination entre les modalités de protection et de gestion des espaces littoraux et marins. Des données facilement accessibles constituent un besoin réel pour les gestionnaires de la ville de Marseille.

2.4.3. La stratégie territoriale de la métropole d'Aix-Marseille Provence

Institution créée officiellement depuis janvier 2016, la métropole d'Aix-Marseille Provence élabore actuellement une stratégie territoriale. L'objectif étant d'identifier les actions faites sur le territoire du contrat de baie en termes de communication et de sensibilisation. Un manque de vision globale et de cohérence est ressenti. L'identification des besoins et attentes de chaque acteur sur le volet communication/sensibilisation est primordiale pour élaborer une stratégie territoriale visant à faire de la façade littorale, une vitrine de communication harmonisée. Le tissu associatif, à l'interface de tous les acteurs est essentiel pour rassembler ces besoins et promouvoir la stratégie.

2.4.4. La stratégie biodiversité de la ville de Marseille

La ville de Marseille, avec le soutien de l'UICN, élabore actuellement une stratégie en faveur de la biodiversité du territoire communal. L'ambition est d'impliquer tous les acteurs autour d'une vision commune qui permettra d'aboutir à une politique de territoire en faveur de la biodiversité. Le diagnostic territorial, en cours de réalisation, permettra d'identifier les enjeux prioritaires en matière de conservation de la biodiversité et les objectifs stratégiques à atteindre tels que la maîtrise des pressions urbaines, ou l'amélioration et le partage des connaissances. Cette stratégie a vocation à être déclinée de manière opérationnelle sur des habitats marins d'intérêt communautaire et prioritaire (UICN, 2016).

Ainsi, au-delà d'être une plateforme d'observation destinée à aider les gestionnaires du territoire marseillais dans leur gestion du milieu marin, POLARIS est un projet territorial répondant à des stratégies environnementales multi-échelles. Cette plateforme trouve alors sa légitimité auprès des gestionnaires, institutionnels et scientifiques qui voient ici l'opportunité de répondre, sur le long terme, à des exigences stratégiques en faveur de la protection de la biodiversité marine.

3. Matériels et méthodes

Pour répondre aux objectifs spécifiques à cette étude, plusieurs phases d'actions ont été réalisées au cours de ces 6 mois de stage et sont présentées ici.

3.1. Définition des besoins et champs de compétences des partenaires locaux

Des ateliers d'échanges ont été réalisés avec des acteurs locaux, pour identifier leurs besoins et implications dans POLARIS. Plusieurs institutions, gestionnaires et établissements publics ont manifesté leur intérêt pour cette plateforme : Région PACA, Conseil Départemental 13, Métropole d'Aix-Marseille Provence, ville de Marseille, Agence des Aires Marines protégées, Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse, Parc Marin de la Côte Bleue. Des instituts scientifiques se sont investis pour aider à la simplification de leurs protocoles à destination des plongeurs loisirs : Institut Méditerranéen d'Océanologie (MIO), Institut Méditerranéen de Biodiversité et d'Ecologie marine et continentale (IMBE). Planète Mer et le réseau MedPan sont des structures associatives

qui ont également collaboré au développement de la plateforme via leurs retours d'expériences en termes de projets participatifs au-delà du territoire marseillais.

3.2. Identification et simplification des protocoles pour récolter des données de terrain

La méthodologie décrite ci-dessous a été définie pour répondre aux objectifs scientifiques et pédagogiques de POLARIS (Tabl. 1). Il s'agissait de fournir des méthodes simplifiées standardisées émanant de programmes de recherche en cours, pouvant être effectuées par des plongeurs non scientifiques. Cet objectif opérationnel a fait appel à plusieurs réflexions : **(i)** les niveaux d'observation proposés aux plongeurs, **(ii)** les programmes de recherche existants pouvant s'intégrer à POLARIS, **(iii)** les choix de simplification des méthodes associées aux programmes conservés.

Un premier souhait a été de partir de l'entité 'profil du plongeur' et non pas du 'format des données recueillies' pour élaborer des niveaux d'observation. L'ensemble de la plateforme POLARIS a été développée autour de cette volonté. Deux niveaux d'observation ont ainsi été définis avec un critère commun : la fréquence de contribution du plongeur volontaire. Ce dernier a pu participer ponctuellement ou régulièrement aux observations, selon son objectif d'implication.

Deux programmes de recherche actuels ont été identifiés comme outils répondant aux besoins d'acquisition de données des questionnaires sur le secteur marseillais (Gatti *et al.*, 2015 ; Personnic et Ruitton, 2016). Plusieurs éléments caractérisent ces programmes. En croisant les méthodologies préconisées pour chacun d'eux et la définition des deux niveaux d'observation décrite ci-dessus, chaque programme a été associé à un niveau d'observation (Tabl. 2).

Tableau 2 : Caractéristiques des deux niveaux d'observation POLARIS

	1 ^{er} niveau d'observation	2 ^{ème} niveau d'observation
Programme scientifique rattaché	CIGESMED ²	GECO-MED ³
Objectifs du programme de recherche	Comprendre les liens entre les pressions naturelles et anthropiques et le fonctionnement d'un écosystème pour définir et maintenir le BEE de la Méditerranée (DCSMM).	Evaluer l'état écologique d'habitats marins par une approche écosystémique (DCSMM et DHFF).
Public visé	Plongeurs souhaitant contribuer ponctuellement à l'observation environnementale.	Plongeurs souhaitant contribuer régulièrement à l'observation environnementale.
Habitats Concernés	Coralligène.	Herbier à <i>Posidonia oceanica</i> , roche infralittorale à algues photophiles ⁴ , coralligène, grotte sous-marine.
Méthodes d'observations proposées	Estimations visuelles (présence/absence et estimation d'abondance)	Estimations visuelles, photographies, quadrats, transects
Résultats attendus sur la période estivale 2016	<ul style="list-style-type: none"> • Création et utilisation de supports pédagogiques POLARIS : retours des participants. • Récapitulatif des sites testés. • Intégration de POLARIS à l'activité 'club de plongée' de Septentrion Environnement. • Intégration de POLARIS aux explorations en plongée. • Intégration de POLARIS chez les participants. 	
	<ul style="list-style-type: none"> • Alimentation d'une base de données préexistante et accessible aux participants.⁵ • Estimation de l'apport de POLARIS à CIGESMED. 	<ul style="list-style-type: none"> • Alimentation d'une base de données (stockage sous des fichiers Excel® préexistants). • Estimation de l'apport de POLARIS à GECO-MED.
Répartition Géographique	Sites de plongées comprenant du coralligène dans le périmètre du contrat de baie de l'aire métropolitaine d'Aix-Marseille Provence.	Sites de plongées dans le périmètre du contrat de baie de l'aire métropolitaine d'Aix Marseille Provence. 2 sites ateliers sont privilégiés pour la phase de test : passe Jarre-Jarron et Tiboulen de Maire.

² 'Coralligenous based Indicators to evaluate and monitor the "Good Environmental Status" of the MEDiterranean coastal waters' (Gatti *et al.*, 2015)

³ 'Gestion des ECOsystèmes en MEDiterranée' (Personnic et Ruitton, 2016)

⁴ Référentiel national de la typologie des biocénoses benthiques en Méditerranée (Michez *et al.*, 2014)

⁵ cs.cigesmed.eu

Le premier niveau se réfère au programme de recherche CIGESMED (Gatti *et al.*, 2015), conçu plus particulièrement pour des plongeurs non scientifiques. Ce programme fait appel aux sciences participatives et est intégré à un consortium de divers laboratoires de recherche ne bénéficiant pas de toutes les ressources matérielles et humaines nécessaires pour réaliser une phase de test étendue sur la façade méditerranéenne. Ce consortium a donc été intéressé pour promouvoir la méthodologie CIGESMED via la plateforme POLARIS, dès janvier 2016, et l'accompagner dans son développement. Le protocole à suivre étant déjà conçu pour de la science participative, celui-ci n'a pas été simplifié davantage pour son intégration à la plateforme POLARIS.

Une plaquette préétablie (Gatti *et al.*, 2015) s'intéresse aux pressions agissant sur le milieu marin ainsi qu'à différentes espèces (ou groupes d'espèces) composant l'habitat coralligène. Une estimation d'abondance est demandée. Pour simplifier l'identification, certains relevés se limitent au genre, à l'ordre (ex : scléractiniaires) ou à l'embranchement (ex : bryozoaires) (Fig. 1).

Figure 1 : Plaquette de relevé *in situ* établie dans le cadre du programme CIGESMED et proposée pour une observation de niveau 1.

Le deuxième niveau se réfère au programme de recherche GECO-MED, conçu pour des plongeurs scientifiques (Personnic et Ruitton, 2016). Les protocoles d'évaluation s'appuient sur une approche écosystémique. Les plongeurs peuvent observer différentes espèces et leur biotope de manière à obtenir des informations sur des habitats de Méditerranée, d'intérêt prioritaire ou communautaire. L'approche écosystémique développée dans ce programme de recherche, repose sur l'évaluation des différents compartiments biologiques d'un modèle conceptuel de fonctionnement de chaque habitat (Fig 2). Chaque compartiment biologique regroupe plusieurs espèces à fonction identique au sein de l'écosystème. Un protocole optimisé est préconisé par

compartiment biologique (Personnic *et al.* 2014 ; Ruitton *et al.* 2014, Rastorgueff *et al.* 2015, Thibaut *et al.*, In press). Le modèle conceptuel incorpore la plupart des composants représentatifs de l'écosystème et décrit sa composition faunistique, ses caractéristiques et les interactions entre compartiments. Ce modèle constitue la base de l'EBQI (Ecosystem-Based Quality Index) de la DCSMM, qui a pour but d'évaluer la qualité écologique d'un écosystème. Chaque compartiment biologique a été pondéré, en fonction de son importance dans le fonctionnement de l'écosystème. Chaque valeur de l'EBQI (notée sur 10) est accompagnée d'un indice de confiance (IDC. Tabl. 3), qui traduit la fiabilité des données (e.g. leur ancienneté, la méthode d'acquisition) (Rastorgueff *et al.*, 2015 ; Personnic et Ruitton, 2016).

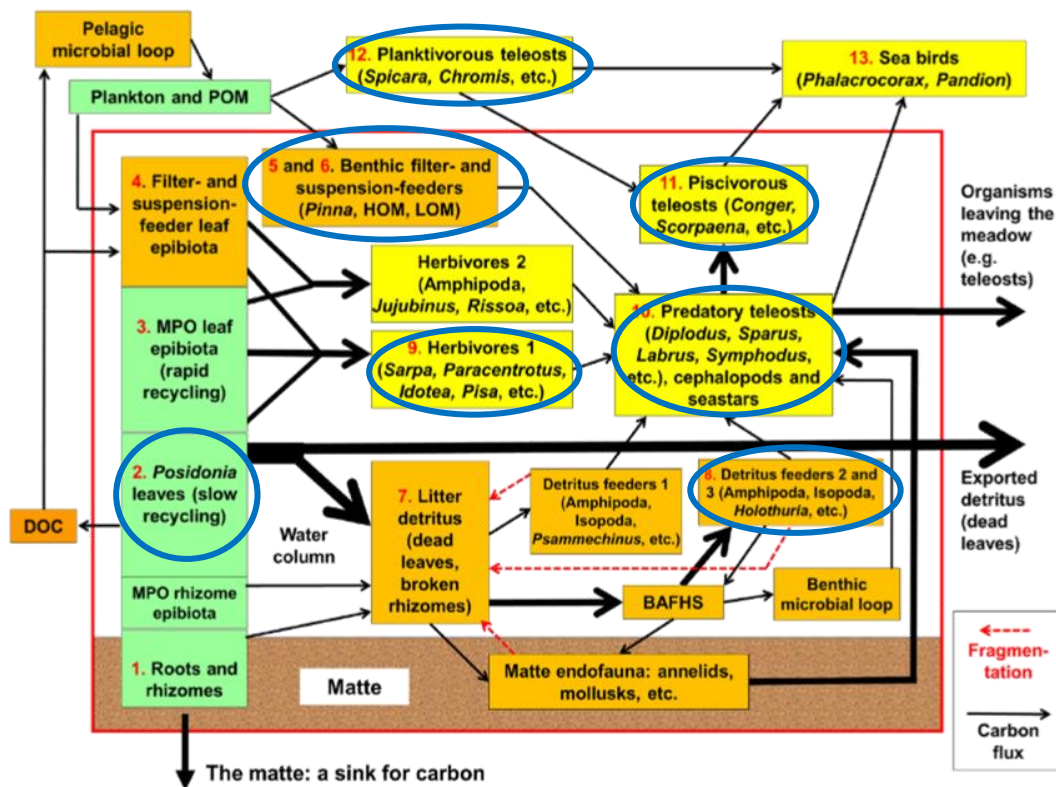


Figure 2 : Modèle conceptuel de la structure et du fonctionnement de l'herbier à *Posidonia oceanica* (modifié de Personnic *et al.*, 2014). Les compartiments entourés d'un cercle bleu sont proposés à l'observation dans POLARIS.

Tableau 3 : Critères pour attribuer un indice de confiance (IDC) à la donnée utilisée pour évaluer chaque compartiment biologique (d'après Personnic et Ruitton, 2016).

IDC	Critères
4	Données de terrains récentes et fiables utilisant le protocole recommandé
3	Données de terrains récentes et complétées par du 'dire d'expert'
2	Pas de données de terrain mais un 'dire d'expert' récent
1	Pas de données de terrain mais un 'dire d'expert' ancien
0	Pas de données de terrain et pas de 'dire d'expert'

Lorsqu'un habitat est entièrement caractérisé grâce à des observations portant sur les compartiments biologiques qui le composent, l'indice écosystémique (EBQI) de l'habitat et son

indice de confiance (IDC_{EBQI} exprimé en pourcentage), sont calculés selon les formules suivantes (Personnic *et al.*, 2014).

$$EBQI = \left(\sum_{i=1}^n (W_i * S_i) / \sum_{i=1}^n (W_i * S_{max}) \right) * 10$$

Où W_i est le poids du compartiment biologique i (Personnic et Ruitton, 2016), S_i est le statut du compartiment biologique i , S_{max} est le plus haut statut atteignable (=4) pour un compartiment biologique, et i est le nombre de compartiments biologiques composant l'habitat étudié.

$$IDC_{EBQI} = \left(\sum_{i=1}^n (W_i * IDC_i) / \sum_{i=1}^n (W_i * IDC_{max}) \right) * 4$$

Où W_i est le poids du compartiment biologique i (Personnic et Ruitton, 2016), IDC_i est l'indice de confiance attribué au compartiment biologique i , IDC_{max} est le plus haut indice de confiance atteignable (=4) pour un compartiment biologique, et i est le nombre de compartiments biologiques composant l'habitat étudié.

Selon la note EBQI obtenue, 5 états écologiques sont déterminés et qualifiés de 'très bon' à 'mauvais'. Ceux-ci sont associés à un code couleur allant du bleu ou rouge (Tabl. 4).

Tableau 4 : États écologiques déterminés selon l'EBQI calculé (d'après Personnic et Ruitton, 2016).

État écologique	EBQI
Très bon	> 7.5
Bon	6.0 - 7.5
Moyen	4.5 - 6
Médiocre	3.5 - 4.5
Mauvais	< 3.5

Dans un objectif de simplification des méthodes utilisées dans GECO-MED, tous les compartiments biologiques n'ont pas été proposés à l'observation. Au total, 16 compartiments ont été sélectionnés ici. Pour chaque compartiment, un protocole spécifiant le paramètre à mesurer, la méthode d'observation, le nombre de réplicats à réaliser, le matériel nécessaire ainsi que la profondeur et le temps recommandés pour effectuer le relevé a été proposé selon celui défini dans GECO-MED (Personnic et Ruitton, 2016). Les protocoles de cette présente étude ont été adaptés de manière à ne pas dépasser 30 minutes de prospection par compartiment. Le nombre de réplicats a donc été diminué. Les espèces à observer ont été sélectionnées, avec l'aide de scientifiques, selon leur intérêt et facilité d'observation. Ainsi une part d'exploration, associée à une plongée ludique

et attractive, sont conservées. De même, cette démarche est mieux adaptée à la capacité de concentration d'un plongeur loisir qui est moins importante que celle d'un plongeur professionnel.

3.3. Elaboration de supports pédagogiques

Plusieurs éléments de communication ont été élaborés au cours de cette étude. Une plaquette, à destination des partenaires, a tout d'abord été réalisée sous un logiciel d'infographie (In Design®). Le 17 juin 2016, une conférence tout public a présenté POLARIS et les supports pédagogiques créés. Le 1^{er} juillet 2016, un bilan mi-parcours a réuni l'ensemble des partenaires impliqués dans ce projet. Une vidéo de 2.41 min, sous forme de 'trailer', a été réalisée et produite par Septentrion Environnement.

Pour chaque niveau d'observation, un support pédagogique a également été créé sous forme d'un catalogue. Pour le premier niveau (en référence au programme de recherche CIGESMED), des fiches descriptives donnant des clés de reconnaissances et des photos, ont permis d'identifier les espèces et pressions à observer. Celles-ci sont rassemblées sur la plaquette de relevé (Fig. 1). Le contenu de ce catalogue sera détaillé dans la partie suivante en tant que résultat. Le catalogue du deuxième niveau d'observation (en référence au programme de recherche GECO-MED) a été réfléchi pour que le plongeur reste acteur de sa plongée et puisse choisir ce qu'il souhaite observer. Ainsi, un tableau à double entrée (Annexe 1) permet de guider le plongeur vers les compartiments biologiques à observer selon l'habitat dans lequel il se trouve et/ou ce qu'il souhaite utiliser comme méthodes d'observation. Celles-ci ont été classées selon un gradient de complexité pour répondre à un objectif pédagogique : progresser dans l'observation environnementale au fur et à mesure des contributions. Un numéro est attribué à chaque compartiment biologique et renvoie l'observateur à une fiche descriptive, l'ensemble étant rassemblé au sein du catalogue. Son contenu sera présenté dans la partie suivante en tant que résultat. Pour certains compartiments biologiques, des fiches de relevés, également présentes dans le catalogue, ont été réalisées pour guider le plongeur selon un modèle prédéfini et imaginé dans le cadre de cette étude. Des paramètres physiques sont à renseigner (température de l'eau, visibilité, force du courant, etc.). Les espèces à observer sont présentées avec leurs noms latin et vernaculaire. Enfin, un espace est prévu pour relever les pressions potentiellement présentes sur le site de plongée. Trois à quatre réplicats sont demandés par observation (Annexe 2).

3.4. Test des protocoles et collecte de données *in situ*

Avant de débiter la phase de test *in situ*, un matériel adapté aux protocoles a été fabriqué. Pour le premier niveau d'observation, des plaquettes immergeables établies lors de la construction du programme de recherche CIGESMED, ont été distribuées aux participants (Fig. 1). Ces plaquettes ont été équipées d'un crayon à papier relié par une ficelle et une attache-poignet pour en faciliter l'utilisation. Pour le deuxième niveau (GECO-MED), des outils ont été créés ou adaptés selon les

méthodes d'observation. Plusieurs tailles de quadrats ont été élaborées : 0.16 m², 0.25 m², 0.45 m² et 1 m². Des mètres dérouleurs de 50 m de long ont été utilisés pour des transects de 100 m² (25 m de long sur 4 m de large pour la roche infralittorale à algues photophiles et le coralligène. 50 m de long sur 2 m de large pour l'herbier à *Posidonia oceanica*). Les dimensions respectent celles préconisées dans GECO-MED. Les outils ont été fabriqués en plusieurs exemplaires, certaines observations utilisant le même matériel (Fig. 3).

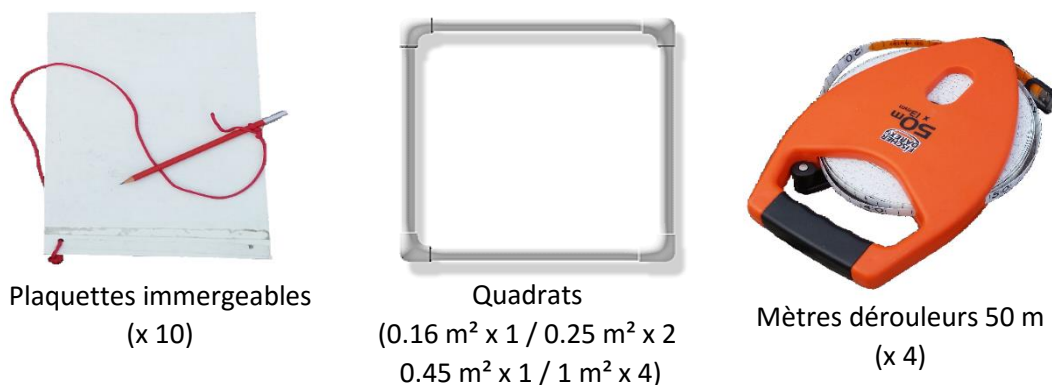


Figure 3 : Matériels utilisés pour les protocoles du 2^{ème} niveau d'observation.

Les tests de la plateforme ont été effectués sur 2 mois (juin et juillet 2016), essentiellement durant les week-ends, à bord du bateau de l'association. Intégrés à l'activité du club de plongée, ces tests ont impliqué des plongeurs volontaires, ayant différentes connaissances scientifiques et techniques. Pour des raisons d'efficacité et de sécurité, seules les palanquées⁶ en exploration (et non pas en formation de niveau) ont testé les méthodes d'observation POLARIS. Ces tests avaient pour objectifs : (i) d'améliorer et valider les supports pédagogiques proposés grâce aux retours exprimés par les plongeurs ; (ii) de créer du lien entre les différents participants pour initier une collaboration locale multi-acteurs ; (iii) de contribuer aux programmes de recherche intégrés dans POLARIS et (iv) de débiter une formation à l'observation environnementale.

Pour CIGESMED, les observations se sont essentiellement déroulées en binôme. Un plongeur était observateur et remplissait la plaquette tandis que l'autre pouvait être un second observateur (sur une même zone délimitée) où un binôme de palanquée assurant la sécurité. Pour GECO-MED, les palanquées étaient composées de 2 à 3 plongeurs où chacun avait un rôle défini : un observateur remplissait la plaquette de relevé et 1 ou 2 assistant(s) manipulai(en)t le matériel (positionnement des quadrats et transects). Lors d'une plongée, un ou plusieurs compartiments biologiques ont pu être testés par palanquée. Au cours de cette phase de test, des briefings et débriefings ont été animés, sur le bateau, par la référente POLARIS qui organisait les relevés.

⁶ Plusieurs plongeurs qui effectuent ensemble une plongée présentant les mêmes caractéristiques de durée, de profondeur et de trajet constituent une palanquée (JORF, arrêté du 22 juin 1998 – Art. 6).

Des sites régulièrement fréquentés par Septentrion Environnement ont permis de tester les protocoles et supports pédagogiques développés dans le cadre de ce projet pilote (Annexe 3A). Parmi eux, deux sites ateliers ont été sélectionnés : Tiboulén de Maire (43°12'830 N / 5°19'511 E) (Annexe 3B) et la passe Jarre-Jarron (43°11'975 N / 5°21'514 E) (Annexe 3C). Ils comprenaient tous les deux les habitats étudiés (herbier à *Posidonia oceanica*, roche infralittorale à algues photophiles, coralligène et grotte sous-marine) et présentaient une facilité d'accès pour tout niveau de plongée.

Dans le but de discuter les résultats obtenus lors des tests au moyen des méthodologies simplifiées, deux habitats ont été entièrement caractérisés par l'étude des compartiments décrits dans le programme GECO-MED et proposés à l'observation dans POLARIS. Les compartiments biologiques ont été observés en utilisant les protocoles préconisés dans GECO-MED, sans diminution du temps d'observation ou du nombre de réplicats (Personnic et Ruitton, 2016). Ainsi, l'herbier à *Posidonia oceanica* de la passe Jarre-Jarron et la roche infralittorale à algues photophiles du Tiboulén de Maire ont été caractérisés le 31 juillet 2016, au cours de deux plongées dédiées, de 80 min chacune (une plongée par habitat). Cinq plongeurs ont effectué les observations. Ils possédaient de bonnes connaissances scientifiques et techniques, car habitués aux relevés scientifiques, sans pour autant présenter le profil d'experts. Les compartiments utilisant la même méthode d'observation ont été regroupés et observés par un même plongeur (ex : les téléostéens) dans le but de limiter le biais observateur et ne juger, dans un premier temps, que les résultats obtenus.

3.5. Traitement des données

Les données récoltées ont alimenté des bases de données préexistantes ou en cours de développement. Pour le premier niveau d'observation, un site internet est déjà opérationnel⁷ et accessible aux plongeurs qui ont pu eux-mêmes rentrer leurs observations, traitées ensuite par les responsables du programme de recherche CIGESMED. Pour le deuxième niveau, les données récoltées ont abouti à l'obtention d'une note EBQI des deux habitats caractérisés précédemment. Des fichiers Excel®, créés dans le cadre du programme de recherche GECO-MED, ont été utilisés ici par la référente POLARIS qui s'est chargée de ces calculs. Une vérification a ensuite été apportée par les scientifiques référents du programme GECO-MED. Une estimation de l'effort d'échantillonnage rattaché à POLARIS via le club de plongée, a été calculée pour obtenir un prévisionnel du nombre de plongées pouvant inclure l'utilisation de cette plateforme sur 1 an.

⁷ <http://cs.cigesmed.eu/>

4. Résultats

4.1. Des documents de communication

La plaquette présentant la plateforme POLARIS récapitule ses objectifs, ses actions générales et ses perspectives d'évolution jusqu'à 2018. Elle est fournie en document joint 'POLARIS, plateforme en faveur de la création d'un observatoire de la mer et du littoral dans le contexte marseillais' et sera disponible sur le site internet de l'association⁸. Le 'trailer' sera également diffusé et disponible prochainement sur ce même site internet. A destination des partenaires techniques et financiers, actuels et futurs, il a permis de présenter POLARIS, ses principaux objectifs et les outils existants tout en diversifiant les moyens de communication. La conférence tout public a introduit la phase de test *in situ* et a permis de valider le souhait commun de contribuer à un projet de territoire permettant de mieux connaître et comprendre le milieu marin. Le bilan mi-parcours, destiné aux partenaires, a permis de présenter les premiers résultats obtenus, d'affiner les attentes et rôles de chacun et de confirmer l'implication des partenaires pressentis.

4.2. Des supports pédagogiques sous forme de catalogues

4.2.1. Premier niveau – CIGESMED

En tant que support pédagogique, le catalogue s'adresse directement aux plongeurs avec du vocabulaire simple. Ce catalogue est disponible en document joint : '1^{er} niveau d'observation POLARIS'. Des informations spécifiques à l'habitat coralligène sont demandées. Différentes pressions, d'origines naturelles ou anthropiques, s'exerçant sur le milieu marin sont proposées à l'observation, chacune étant accompagnée d'un texte explicatif et de photos illustratrices : présence de mucilage, nécrose/mortalité, sédimentation excessive, dégâts imputables aux plongeurs, engins de pêche, déchets, marques d'ancrages/ancres et espèces invasives (*Caulerpa cylindracea* et *Asparagopsis* spp.).

Ce catalogue se concentre sur l'estimation d'abondance d'espèces du coralligène, importantes par leur rôle au sein de l'habitat, parce qu'elles peuvent être indicatrices d'un impact, d'une situation particulière ou parce qu'elles sont protégées. Ces estimations permettent d'évaluer l'état de santé du coralligène. Pour chaque groupe d'espèces, des fiches ont été réalisées. Celles-ci donnent des clés de reconnaissances et des photos pour distinguer l'espèce dans son habitat (Fig. 4).

⁸ www.septentrion-env.com

Les gorgones sont des espèces arborescentes constituant des éléments structurant du paysage coralligène. Les gorgones jaune (*Eunicella cavolini*), blanche (*Eunicella singularis*) et rouge (*Paramuricea clavata*) sont les plus communes. Les gorgones servent souvent de support à des épibiontes (organisme vivant sur un autre être vivant, celui-ci lui servant de support fixe) qui profitent d'une position élevée dans l'eau circulante.

La gorgone jaune (*Eunicella cavolini*) est visible sur les parois verticales (flancs de blocs ou tombants). Ses colonies se ramifient généralement dans un seul plan qui fait face au courant dominant pour que les polypes puissent piéger les particules alimentaires. Sa croissance en hauteur est de 0.5 cm à 2 cm par an.



Gorgone jaune (*Eunicella cavolini*) dans son habitat



Gorgone jaune (*Eunicella cavolini*)


Figure 4 : Exemple d'une fiche de présentation d'espèces pour le catalogue de niveau 1.

4.2.2. Deuxième niveau – GECO-MED

Dans ce catalogue, les notions d'habitats et d'écosystèmes sont au centre des réflexions. Il est disponible en document joint : '2^{ème} niveau d'observation POLARIS'. Dans l'objectif pédagogique de proposer une formation à l'observation environnementale, ce catalogue propose une double entrée, centrée sur les méthodes d'observation ou les habitats.


Si le plongeur souhaite s'exercer à une méthode d'observation particulière, un code couleur rappelant les méthodes d'observation est associé à des fiches présentant les compartiments biologiques, les espèces à observer et les protocoles à appliquer. Chaque compartiment possède une fiche technique (Fig. 5).

Si le plongeur souhaite observer un habitat en particulier, des descriptions pour les quatre habitats sont proposées. Un schéma simplifié expose les principales relations trophiques entre les compartiments biologiques composant cet habitat (Annexe 4). Grâce à ce schéma le plongeur peut avoir une vue globale simplifiée du fonctionnement d'un réseau trophique au sein d'un habitat et comprendre que plusieurs espèces sont liées entre elles. Chaque compartiment biologique est affecté d'un numéro qui renvoie à une fiche présentant les espèces à observer et le protocole à appliquer (Fig. 5). Le plongeur n'a plus qu'à se reporter à cette fiche classée en fin de catalogue selon la méthode d'observation proposée. Un plongeur souhaitant observer un habitat particulier et s'exercer à une méthode d'observation spécifique peut se reporter au tableau à double entrée (Annexe 1) qui lui indique les compartiments biologiques correspondants.


Méthode d'observation : Transects


Code couleur = méthode d'observation
Nom du compartiment biologique

15 - Poissons et céphalopodes
Espèces benthiques



Conger conger - Congre


Habitats : roche infralittorale, coralligène, grotte, herbier de posidonies.
Régime alimentaire : mollusques, céphalopodes, crustacés, poissons.
Clés de reconnaissance : Poisson au corps serpentiforme, de taille moyenne de 2 m. Sa couleur est grise à noire et son ventre est blanc. Caché le jour dans les failles ou les épaves, il ne montre que la tête. Il possède une grande bouche aux lèvres épaisses. Ses nageoires caudale, anale et dorsale sont soudées et bordées de noir. Il n'a pas de nageoires pectorales.



Phycis phycis - Mustelle

Habitats : coralligène, grotte.
Régime alimentaire : crustacés, poissons.
Clés de reconnaissance : Poisson au corps brun, marron. Un barbillon est présent sous le menton. La mustelle est plutôt immobile mais jamais posée sur le fond, elle se rencontre dans les endroits sombres.

Photos des espèces à observer




Muraena helena - Murène

Habitats : roche infralittorale, coralligène, herbier de Posidonies.
Régime alimentaire : poissons, mollusques, céphalopodes.
Clés de reconnaissance : Poisson au corps serpentiforme comprimé latéralement. La murène possède une grande gueule à puissantes mâchoires. Ses narines sont tubulaires. Elle n'a pas de nageoires pectorales. Sa peau est sans écailles et de couleur brun violacé avec marbrures blanches et jaunes.

Description et clés de reconnaissances

Paramètre à mesurer	Méthode d'observation	Matériel nécessaire	Durée de l'observation	Profondeur
Densité (ind./100 m ²) Nombre d'individus et estimation de la taille	3 transects sur une surface de 100 m ²	Plaquette immergeable – crayon à papier – mètre dérouleur	30 min	A déterminer selon l'habitat

Protocole à appliquer



Pensez à relever les pressions (cf. Fiche 'Pressions sur le milieu marin') et les paramètres physiques associés à votre plongée (cf. Fiche 'Quelques informations générales sur le site de plongée').

Pressions et paramètres physiques à relever

Figure 5 : Exemple de fiche technique proposée dans le catalogue niveau 2.

4.3. Mise en œuvre de la plateforme POLARIS *in situ*

Le tableau 5 récapitule les paramètres de chaque test en spécifiant la date, le site de plongée, le nombre de palanquées ayant participé par rapport aux palanquées en exploration et les compartiments biologiques observés.

Tableau 5 : Récapitulatif des tests *in situ* pour POLARIS. Date de sortie, nom du site de plongée, nombre de planquées ayant participé aux tests par rapport aux planquées en exploration, niveaux d'observation et compartiments biologiques observés.

Date de sortie	Site testé	Nombre de planquées en POLARIS/Nombre de planquées en exploration	Niveau d'observation et compartiments biologiques observés
04.06.16	Tiboulén de Maire	1/1	GECOMED (Oursins – <i>Pinna nobilis</i>)
10.06.16	Passe Jarre-Jarron	1/2	GECOMED (Poissons et céphalopodes)
11.06.16	Les Moyades	0/3	Pas de test POLARIS
18.06.16	Grotte Arc en Ciel	2/3	CIGESMED
21.06.16	Passe Jarre-Jarron	2/2	CIGESMED
1.07.16	Tiboulén du Frioul	1/2	GECOMED (Brouteurs)
2.07.16	Tiboulén de Maire	0/1	Pas de test POLARIS
2.07.16	Cap Cavau	0/2	Pas de test POLARIS
8.07.16	Les Moyadons	1/1	CIGESMED
9.07.16	Cap Cavau	1/3	GECOMED (Filtreurs actifs et passifs)
9.07.16	Les pharillons	2/2	CIGESMED
10.07.16	Tombant du Planier	0/3	Pas de test POLARIS
10.07.16	Le Chaouen	0/3	Pas de test POLARIS
16.07.16	Tiboulén de Maire	2/3	CIGESMED
16.07.16	Passe Jarre Jarron	2/3	CIGESMED et GECOMED (Oursins – Détritviores benthiques)
29.07.16	Cap Cavau	3/3	CIGESMED et GECOMED (Poissons et céphalopodes - Invertébrés carnivores)
30.07.16	Tiboulén du Frioul	1/1	GECOMED (Oursins - Détritviores benthiques - Brouteurs)
30.07.16	Les Pharillons	1/2	CIGESMED
31.07.16	Passe Jarre-Jarron	3/4	GECOMED (Caractérisation de l'herbier à <i>Posidonia oceanica</i>)
31.07.16	Tiboulén de Maire	1/4	GECOMED (Caractérisation de la roche infralittorale à algues photophiles)
Total		24/48	

Sur 48 planquées en exploration, 24 ont contribué aux tests soit 50 % des planquées (Tabl. 5). Sur 2 mois de tests, 20 sorties 'club' ont été faites. 5 sorties n'ont pas intégré de tests des méthodes d'observation POLARIS (contexte non propice). 3 ont été exclusivement consacrées aux tests des protocoles et 12 ont intégré ces tests conjointement aux explorations proposées par Septentrion Environnement. Actuellement, les observations POLARIS sont donc intégrées à 60 % aux sorties

‘club’ et 15 % des sorties ont été exclusivement consacrées à l’application des méthodes d’observation. (Fig. 6).

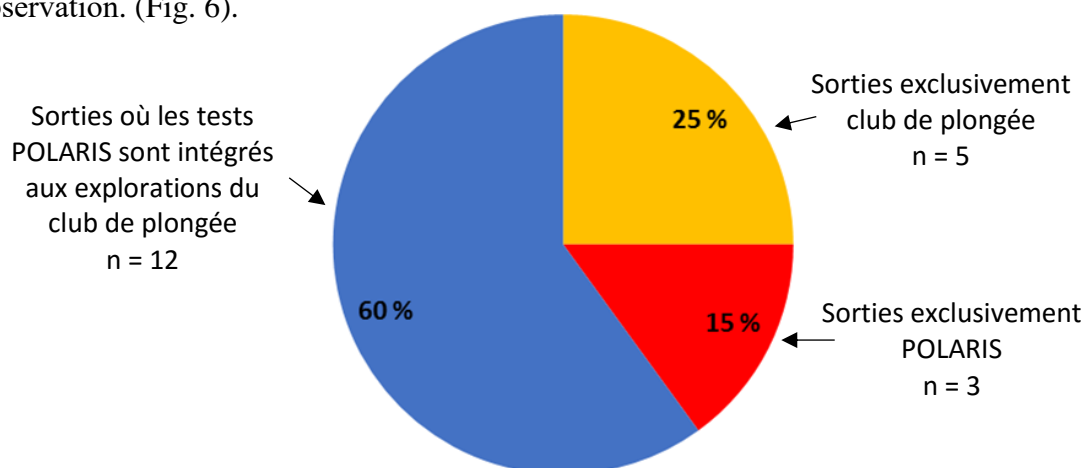


Figure 6 : Répartition des sorties POLARIS sur l'activité du club de plongée entre juin et juillet 2016 (n = nombre de sorties).

Au total, 23 plongeurs se sont impliqués dans cette phase de test. Parmi eux, 7 participants sont venus plonger dans l’objectif de contribuer au développement de cette plateforme. Toutes leurs plongées ont inclus des tests des méthodes d’observation. 7 autres ont intégré facilement les protocoles à leurs plongées (plus d’une plongée sur deux ont inclus des tests des méthodes d’observation). 9 plongeurs ont eu une contribution inférieure ou égale à 50 %. (Fig. 7).

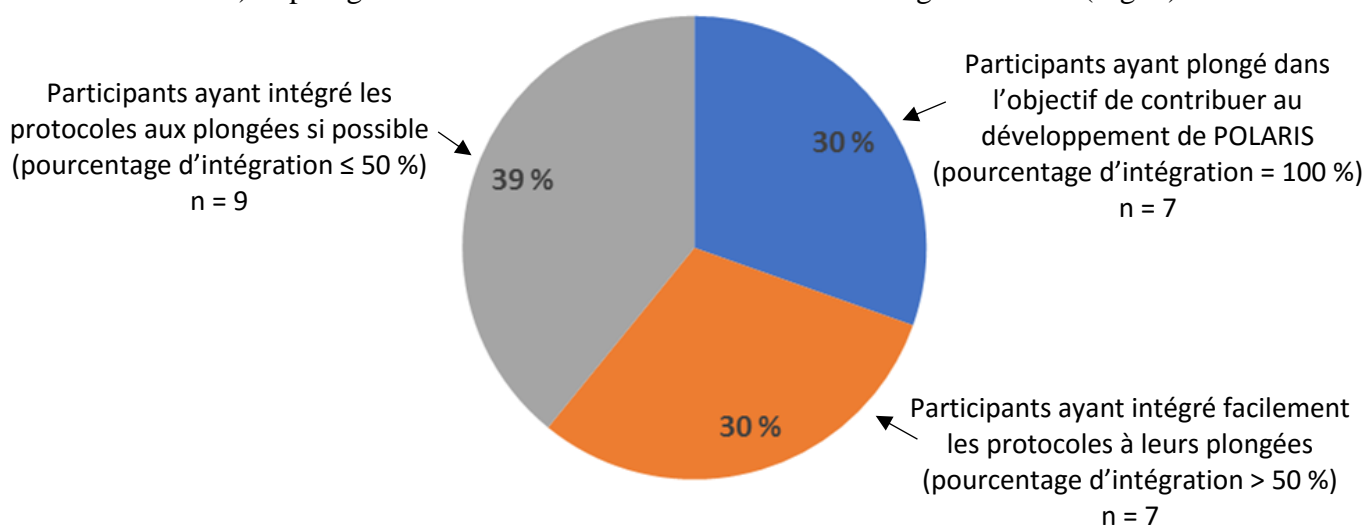


Figure 7 : Intégration des méthodes d'observation chez les plongeurs ayant participé à la phase de test entre juin et juillet 2016 (n = nombre de plongeurs).

Sur l’ensemble des sorties, 32 observations ont été réalisées. Ici, une observation correspond aux relevés effectués en une plongée, sur des compartiments biologiques, par une palanquée. Ces observations sont répertoriées en figure 8 en distinguant le programme de recherche associé. 7 sites ont permis de tester les protocoles. Parmi eux, Tiboulén de Maire et la passe Jarre Jarron regroupent la majorité des observations, ces deux sites ayant été choisis comme sites ateliers. La figure 8 souligne également une répartition équivalente des observations entre les deux programmes de recherche. 16 ont été associées à CIGESMED et 16 à GECO-MED.

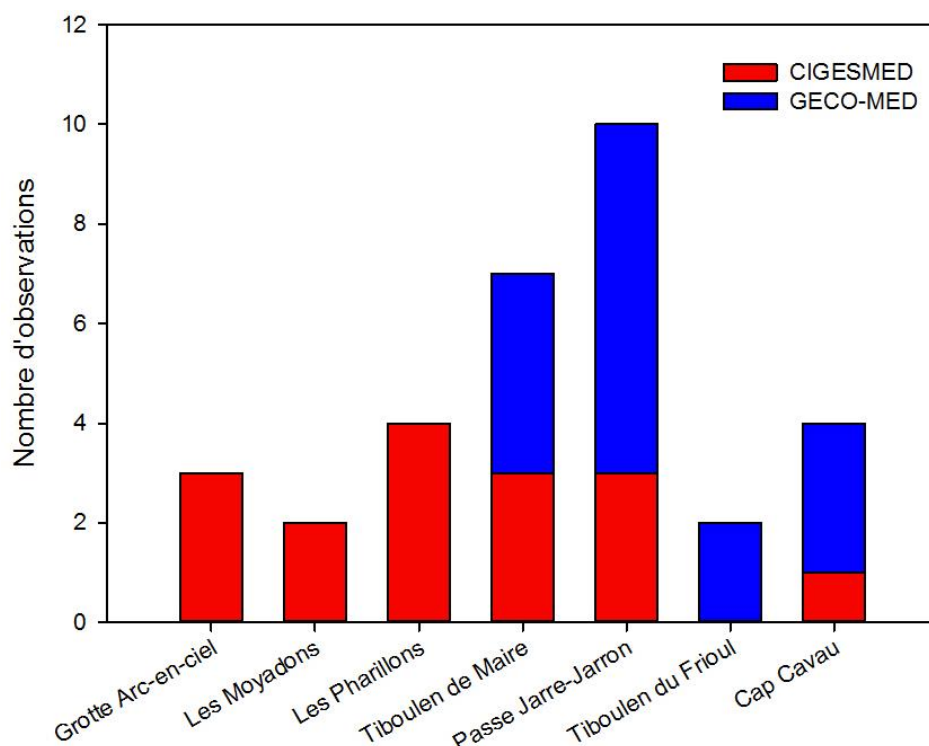


Figure 8 : Répartition du nombre d'observations selon les sites testés et le programme de recherche associé.

Même si tous les tests n'ont pas abouti à des collectes de données exploitables scientifiquement, il est cependant possible d'estimer une première contribution de POLARIS aux différents programmes scientifiques.

Sur 94 observations répertoriées sur le site internet de CIGESMED, 13 proviennent de participants à POLARIS. Cette plateforme contribue donc à 13.8 % à ce programme scientifique. En s'intéressant uniquement aux observations répertoriées en France depuis la création de POLARIS, ce pourcentage de contribution s'élève à 41.9 % en seulement 2 mois de test (Tabl. 6). Sur les 16 observations POLARIS consacrées à CIGESMED, seulement 3 n'ont pas abouti à des entrées de données sur le site internet. 81.3 % des observations relatives au premier niveau, ont abouti à des données relayées sur le site internet de CIGESMED.

Tableau 6 : Contribution de POLARIS au programme scientifique CIGESMED entre juin et juillet 2016.

CIGESMED (nombre d'observations en Méditerranée)	CIGESMED (nombre d'observations en France depuis juin 2016)	POLARIS (nombre d'observations rentrées sur le site internet)	Contribution totale (%)	Contribution depuis le début des tests (%)
94	31	13	13.8	41.9

Depuis le lancement du programme GECO-MED, 108 sites ont été caractérisés, en France et à l'étranger, via des données de terrain ou des données bibliographiques (Personnic et Ruitton, 2016). Deux sites ont été entièrement caractérisés avec des données acquises grâce aux tests de

POLARIS. Cette plateforme contribue donc actuellement à 1.9 % à ce programme de recherche (Tabl. 7). Parmi les 108 sites étudiés, 35 concernent l’herbier à *Posidonia oceanica* et 43 concernent la roche infralittorale à algues photophiles. En ayant observé la roche infralittorale à algues photophiles à Tiboulén de Maïre et l’herbier à *Posidonia oceanica* à la passe Jarre-Jarron, POLARIS contribue à 2.3 % et 2.9 % respectivement à l’étude de ces habitats (Tabl. 7).

Tableau 7 : Contribution de POLARIS au programme scientifique GECO-MED.

	GECO-MED (nombre de sites caractérisés)	GECO-MED dans POLARIS (nombre de sites caractérisés)	Contribution (%)
Roche infralittorale à algues photophiles	43	1	2.3
Herbier à <i>Posidonia oceanica</i>	35	1	2.9
Coralligène	9	0	0
Grotte sous-marine	21	0	0
Total	108	2	1.9

Etant donné que la caractérisation de l’herbier à *Posidonia oceanica* à la passe Jarre-Jarron n’a inclus qu’une partie des compartiments biologiques de cet habitat et que l’évaluation n’a pas été conduite par des ‘experts’, l’indice de confiance (IDC) est de 58 %. L’EBQI calculé sur la base des observations de cette étude est de 3.0/10. Ceci correspond à un état écologique ‘mauvais’ selon le tableau 4.

L’évaluation individuelle de chaque composante biologique du modèle conceptuel de fonctionnement est illustrée par un code couleur allant du bleu au rouge (Fig. 9 et Tabl. 4). Les téléostéens piscivores et prédateurs d’invertébrés sont dotés d’un important poids dans le fonctionnement de l’écosystème (poids = 5) et obtiennent une note ‘mauvaise’. Ils contribuent donc à diminuer la note globale. En conséquence, si l’herbier en lui-même apparaît être dans un ‘bon’ état écologique, des efforts de surveillance pourraient se concentrer sur les téléostéens.

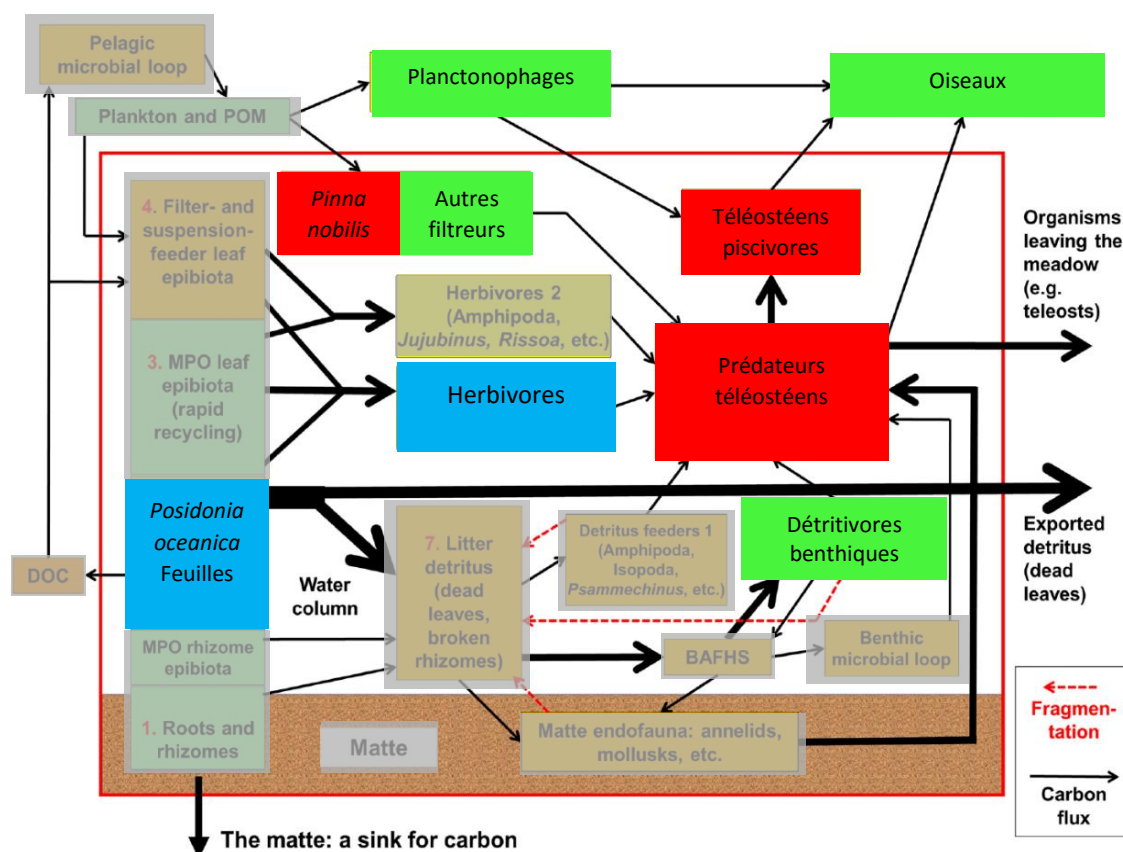


Figure 9 : Evaluation de l'herbier à *Posidonia oceanica* présent à la passe Jarre-Jarron (Archipel de Riou, Marseille) avec des données acquises via POLARIS. L'évaluation individuelle de chaque compartiment biologique est illustrée par un code couleur allant du bleu au rouge (modifié de Personnic *et al.*, 2014).

Etant donné que la caractérisation de la roche infralittorale à algues photophiles au Tiboulén de Maire n'a inclus qu'une partie des compartiments biologiques de cet habitat et que l'évaluation n'a pas été conduite par des 'experts', l'indice de confiance (IDC) est de 75 %. L'EBQI calculé sur la base des observations de cette étude est de 4.5/10. Ceci correspond à un état écologique 'moyen' selon le tableau 4. L'évaluation individuelle de chaque composante biologique du modèle conceptuel de fonctionnement est illustrée par un code couleur allant du bleu au rouge (Fig. 10 et Tabl. 4). Les téléostéens apparaissent être dans un 'mauvais' état. Cependant, la couverture végétale et les oursins sont tous les deux dotés d'un important poids dans le fonctionnement de l'écosystème (poids = 15 et 10 respectivement) et obtiennent une note 'moyenne' à 'très bonne'. Ils contribuent donc à augmenter la note globale. Des efforts de surveillance pourraient tout de même s'opérer sur les téléostéens.

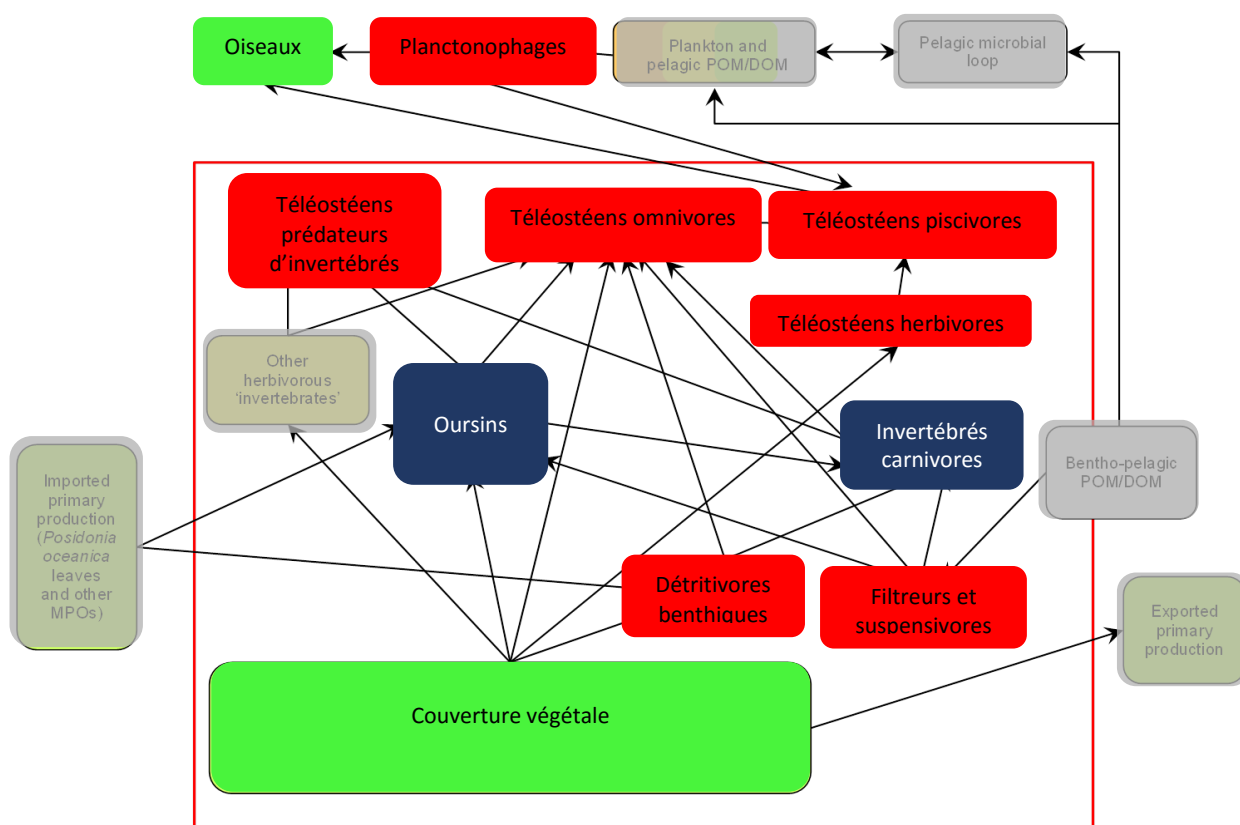


Figure 10 : Evaluation de la roche infralittorale à algues photophiles présente à Tiboulon de Maïre (Marseille) avec des données acquises via POLARIS. L'évaluation individuelle de chaque compartiment biologique est illustrée par un code couleur allant du bleu au rouge (modifié de Thibaut *et al.*, In press).

Un récapitulatif des sorties 'club', dédiées ou non à POLARIS, est présenté en tableau 8 pour 2015 et 2016. Ces données permettent d'estimer annuellement le nombre de plongées pouvant être réalisées en lien avec POLARIS. Des données issues du bilan d'activités 2015 (données internes à Septentrion Environnement) recensent 102 sorties sur 7 mois d'activités. En moyenne, 10 plongeurs sont présents sur une sortie et une plongée est associée à un plongeur. Le nombre moyen de plongeurs par sortie s'est également vérifié en 2016. Lors d'une sortie, trois types de plongées sont possibles : formations, explorations simples et explorations incluant des méthodes d'observation POLARIS. En 2015, 239 formations ont été réalisées (tous passages de niveaux de plongée confondus et baptêmes), soit 23 % des plongées. 781 explorations simples ont eu lieu (soit 77 % des plongées), POLARIS n'étant pas encore opérationnelle. Sur 2 mois en 2016, 20 sorties ont été réalisées, soit 200 plongées. 58 plongées ont permis de tester les protocoles, soit 29 % des plongées. Un ratio d'un tiers a été observé entre les trois types de plongées possibles. Selon les résultats obtenus en 2015 et sur 2 mois en 2016, 150 sorties ont été estimées à l'année, soit 1500 plongées. Avec un ratio d'un tiers, une estimation de 500 plongées pouvant inclure les méthodes d'observation POLARIS a donc été calculée annuellement (Tabl. 8).

Tableau 8 : Récapitulatif des sorties 'club' sur 2015 et 2016 et estimation annuelle des observations pouvant être réalisées pour POLARIS.

	2015 (7 mois d'activité)	2016 (2 mois de test)	Estimation sur 1 an
Nombre de sorties	102	20	150
Nombre de plongeurs par sortie (moyenne)	10		
Nombre de plongées (1 plongée = 1 plongeur)	1020	200	1500
Nombre de plongées en formation	239	67	500
Nombre de plongées en exploration simple	781	75	500
Nombre de plongées en POLARIS	-	58	500

5. Discussion

5.1. POLARIS, une plateforme collaborative suscitant des intérêts chez différents acteurs

Plusieurs structures présentes sur le territoire marseillais accompagnent et se sont engagées dans le développement de POLARIS. Qu'ils s'agissent d'institutionnels, de gestionnaires d'aires marines protégées, de structures scientifiques ou associatives, tous s'accordent sur le fait que cette plateforme constitue un réel atout pour le milieu marin marseillais en créant une nouvelle dynamique fédératrice multi-acteurs. Grâce à son profil transversal, POLARIS répond à des attentes émanant de divers acteurs locaux et peut s'adapter à celles-ci (Tabl. 9).

Tableau 9 : Intérêts de POLARIS exprimés par les acteurs concernés.

Scientifiques	Gestionnaires et institutionnels	Citoyens plongeurs
Collaborer à la collecte de données sur le terrain à long terme.	Acquérir des données sur l'état de santé du milieu marin à long terme.	Support pédagogique pour une formation à l'observation environnementale.
Promouvoir des programmes scientifiques auprès des plongeurs loisirs sur le long terme.	Assurer une veille environnementale et un réseau de surveillance.	Découvrir des habitats marins.
Orienter de futurs projets de recherche.	Outil répondant à des objectifs stratégiques (SNB, DCSMM, stratégie partagée biodiversité ville de Marseille, etc.).	Collaborer à des programmes scientifiques.
	Support technique et scientifique : formation à l'observation environnementale des agents de terrain d'AMP.	Elargir le panel d'activités en plongée loisir.

Plus particulièrement, la ville de Marseille, à travers la direction de la Mer, soutient POLARIS dans le cadre de sa politique en faveur de la mer. Les objectifs généraux de cette plateforme

répondent à plusieurs actions définies dans les ‘plan milieu marin’ et ‘plan nautisme et plongée’ (Ville de Marseille, 2011a ; Ville de Marseille, 2011b).

5.2. Une dimension pédagogique appréciée

Si certains plongeurs ont montré un doute quant à leur légitimité pour des collectes de données utiles aux gestionnaires, tous se sont montrés très enthousiastes vis-à-vis de la dimension pédagogique de POLARIS. Les catalogues ont été bien perçus par l’ensemble des participants qui apprécient choisir le sens de leur contribution selon les habitats et/ou la méthode d’observation utilisée. De même, les réflexions centrées sur le profil du plongeur, plutôt que sur le type de données à collecter, se sont révélées essentielles pour s’assurer d’un engouement effectif et rapide des plongeurs, premiers utilisateurs des méthodes simplifiées. Ce paramètre d’entrée différencie POLARIS de la plupart des projets de sciences participatives existants, au sein desquels des méthodes ont été décrites en prenant comme premier critère, le format de la donnée recueillie. Laisser la possibilité aux plongeurs de contribuer ponctuellement ou régulièrement à l’observation environnementale, constitue également un élément de motivation.

Les briefings et débriefings ont permis d’échanger et collaborer pleinement au développement de cette plateforme. Si les briefings sont nécessaires à l’organisation de la plongée, les débriefings apparaissent indispensables pour repositionner les observations dans un contexte général.

5.3. Des premiers résultats encourageants

Les résultats présentés ici illustrent la dynamique actuelle de POLARIS. 60 % des sorties ‘club’ ont permis de tester la mise en œuvre de cette plateforme et des protocoles proposés. Ce chiffre, plutôt encourageant, montre que l’utilisation d’un tel outil ne crée pas de contraintes supplémentaires pour l’association qui possède des supports scientifiques, matériels et humains permettant de développer et animer cette plateforme. L’optimisation de son fonctionnement et le maintien de la dynamique actuelle nécessitent cependant la présence d’une personne à plein temps. POLARIS a suscité curiosité et intérêt chez les plongeurs. 60 % d’entre eux ont inclus des tests de méthodes d’observation dans plus d’une plongée sur deux. Les autres participants expliquent une intégration plus faible par des plongées spécifiques, aux objectifs différents : encadrement d’une palanquée, formation à un niveau de plongée, reprise d’activité après une longue période d’interruption. Les méthodes d’observation apparaissent être intégrables aux plongées d’exploration, quel que soit le niveau du plongeur.

En 2 mois, 7 sites de plongées situés sur le territoire marin de la métropole d’Aix-Marseille Provence ont permis de tester la mise en œuvre de cette plateforme. A long terme, POLARIS a vocation à étendre ses observations sur le territoire marseillais et d’autres sites pourront être inclus à la zone d’étude. Des données homogènes dans le temps et l’espace pourront être obtenues après

un fonctionnement pluriannuel de POLARIS. Au sein de l'association, la possibilité de mener 500 plongées annuelles en lien avec POLARIS ont été estimées. Celles-ci intègrent le fonctionnement du club de plongée de Septentrion Environnement qui possède sa propre logistique : des sorties sur toute l'année sont proposées et 10 plongeurs sont présents en moyenne par sortie. Cette prévision requiert cependant la présence d'une personne dédiée à l'animation de POLARIS sur le terrain, lors de chaque sortie.

La contribution scientifique de POLARIS est variable selon le programme de recherche associé. Près de 41 % des observations pour CIGESMED en France ont été faites via POLARIS. Cette plateforme s'apparente alors comme l'un des principaux relais de ce programme de recherche sur la façade méditerranéenne française ; les autres observations provenant essentiellement de scientifiques. Concernant GECO-MED, la contribution de POLARIS est beaucoup plus faible (1.9 %). Ce deuxième niveau demandant des observations sur plusieurs plongées pour caractériser un habitat complet, la contribution augmentera à l'avenir.

La caractérisation des deux habitats (herbier à *Posidonia oceanica* et roche infralittorale à algues photophiles) via le deuxième niveau d'observation met en évidence que des efforts de gestion doivent être mis en place et ciblés sur des compartiments biologiques particuliers. En effet, l'échelle d'étude utilisée ici (écosystème) met en avant que l'herbier à *Posidonia oceanica* présente un état écologique global mauvais. D'autres indices comme le PREI (Gobert *et al.*, 2009) ou le BiPo (Lopez y Royo *et al.*, 2010) se focalisent sur la posidonie uniquement, notamment sur les caractéristiques des feuilles. Au regard de la figure 9, ce compartiment apparaît être en bon état écologique, contrairement aux compartiments rassemblant les téléostéens. Il est intéressant de voir que selon l'échelle et la résolution thématique de l'étude, l'évaluation d'un habitat peut être très différente.

La passe Jarre Jarron présente un herbier à 7 m de profondeur. Or, les protocoles ont été déterminés pour une profondeur d'observation à 15 m. La densité de l'herbier diminuant avec la profondeur, les résultats obtenus ici sont éventuellement surévalués pour ce compartiment biologique. Les deux habitats étudiés ici se situent en dehors des 'zones de non prélèvement' du Parc national des Calanques. Ils ne bénéficient donc pas de réglementation halieutique particulière (Parc national des Calanques, consulté en août 2016). Un biais 'observateur' est également à souligner ici. Les relevés n'ayant pas été réalisés par des 'experts', le comptage des téléostéens qui s'avère difficile même pour des scientifiques avertis, est certainement sous-évalué. Un protocole plus simplifié sera réfléchi à l'avenir pour proposer différents niveaux d'approche selon les compétences du plongeur participant.

La phase de test se poursuivra très certainement après cette saison estivale 2016. Dans un premier temps, développer POLARIS sur l'espace marin du territoire du contrat de baie de l'aire métropolitaine marseillaise permet d'optimiser la mise en place de cette plateforme en étant en contact direct avec des acteurs clés.

5.4. Positionnement de POLARIS vis-à-vis d'autres programmes

Des observatoires citoyens œuvrent pour la participation du public à une veille collective du territoire. Une telle démarche permet d'impliquer les usagers du littoral pour qu'ils deviennent acteurs dans un rôle de sentinelle. Un Observatoire Participatif de la Biodiversité Marine (OPBM) est mis en place sur le territoire du bassin d'Arcachon et coordonné par Océan'Obs. Cet observatoire, alimenté par un réseau d'observateurs en plongée 'les sentinelles de la mer', vise à améliorer les connaissances et la gestion du milieu marin (Océan'Obs, consulté en juillet 2016).

Initié en 2011 par l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse et piloté par le Centre Permanent d'Initiatives pour l'Environnement (CPIE) Côte Provençale sur la façade méditerranéenne française, 'MedObs-Sub' est un observatoire citoyen impliquant les pêcheurs et plongeurs loisirs. Son objectif est d'assurer une veille sur la qualité des eaux côtières. Des observations utilisant un indice paysager sont réalisées en plongée sous-marine. Sur l'année 2014, un bilan d'activités recense 40 saisies d'indice paysager sur leur site internet et 68 personnes sensibilisées à leurs actions, pour ce volet 'plongeurs sentinelles'. D'autres actions, s'adressant à d'autres types de publics (scolaires, pêcheurs, grand public) sont menées en parallèle (CPIE Bassin de Thau, 2014).

Le programme 'BioLit' a été initié par l'association Planète Mer sur le littoral atlantique avec le dispositif 'Algues brunes et bigorneaux'. Emanant d'une volonté scientifique, ce dispositif observe conjointement les algues et les gastéropodes associés, afin de mieux comprendre les facteurs à l'origine de la disparition des algues brunes sur l'estran. 'BioLit' s'est étendu à d'autres dispositifs, toujours en cours d'élaboration, visant à mettre en place un réseau d'alerte et de surveillance du littoral, sur les façades atlantique et méditerranéenne (Mannaerts, 2015).

Au-delà d'un programme de collecte de données par des plongeurs, POLARIS a orienté les protocoles dans un objectif de découverte du milieu marin et d'apprentissage de méthodes d'observation. Cette plateforme constitue un outil pédagogique pour promouvoir une plongée environnementale. Septentrion Environnement se positionne comme initiateur de cette plateforme et évoque dès à présent le souhait de réaliser son développement et animation sur le terrain et à long terme. L'étroite collaboration avec des scientifiques, les équipements de l'association ainsi que le personnel (permanents et adhérents) procurent des bases solides à cette plateforme qui devient le projet de fond de l'association. Relayé des programmes de recherche en simplifiant des protocoles existants confère une originalité à POLARIS qui s'avère être un outil pour répondre

aux besoins actuels de gestion. En intégrant différents programmes de recherche, POLARIS s'assure un renouvellement régulier et une pérennité. En effet, POLARIS ne cherche pas à créer d'autres protocoles mais souhaite renforcer un lien entre gestionnaires, scientifiques et citoyens plongeurs pour collaborer à une gestion commune et durable de l'environnement marin.

6. Conclusion et perspectives

6.1. Conclusion

POLARIS se positionne comme une plateforme technique et pédagogique dédiée à l'acquisition de données de terrain en faveur de la connaissance et de la protection du milieu marin. Des protocoles simplifiés, s'appuyant sur une démarche scientifique, ont été proposés à des plongeurs loisirs ou professionnels, volontaires de contribuer à l'acquisition de données de terrain. Des supports pédagogiques, faisant écho à deux programmes de recherche différents, ont été créés et ont guidé les plongeurs dans les observations à réaliser, selon leur souhait de contribution. Des observations en lien avec POLARIS ont été intégrées aux sorties 'club de plongée' de l'association, à hauteur de 60 %, pour une première phase de test entre juin et juillet 2016. 50 % des palanquées en exploration ont contribué aux tests et 60 % des participants ont testé les méthodes d'observation proposées dans plus d'une plongée sur deux. Des premiers résultats concrétisent la possibilité de mettre en place une telle plateforme, développée et animée par Septentrion Environnement. Cette phase de test a permis d'alimenter des bases de données pour les deux programmes scientifiques. Un prévisionnel estime que 500 plongées en lien avec POLARIS pourraient être réalisées annuellement, au sein de l'association. L'interprétation des données récoltées revient aux experts scientifiques, partenaires de cette plateforme et responsables des programmes de recherches associés. POLARIS permet d'accéder, à long terme, à une évaluation de l'état de santé des habitats marins sur une zone définie mais n'émettra pas de conclusions personnelles. En effet, chaque donnée récoltée doit tenir compte d'un contexte global qui doit être analysé par les scientifiques et les gestionnaires. Cette plateforme d'observation est un outil d'aide à la décision pour ces derniers qui restent seuls décideurs pour la mise en place d'une gestion particulière sur leur territoire. POLARIS permet la récolte de données de terrain et favorise un lien local entre des acteurs œuvrant pour une gestion durable de l'environnement marin. Elle illustre que la collaboration multi-acteurs régulière, sur le long terme, est indispensable pour mettre en place des mesures de gestion efficaces. Les citoyens plongeurs ont leur rôle à jouer pour fournir des données de terrain supplémentaires et faire vivre des programmes de recherche qui sont limités temporellement par leur seule utilisation scientifique. POLARIS est une plateforme à dimensions collaborative, scientifique et pédagogique. Elle est en construction et répond à des premiers besoins mais son développement est à poursuivre activement pour tendre vers un observatoire de la mer et du littoral dans les prochaines années.

6.2. Perspectives

A la fois scientifiques et pédagogiques, les réflexions autour de POLARIS cherchent à être utiles à tous et évolueront en ce sens. Des perspectives jusqu'à fin 2018 sont présentées ici.

Deux programmes de recherche ont été associés à POLARIS et continueront d'être proposés aux plongeurs. Cette plateforme souhaite également développer des outils qui soient utiles plus largement et pour d'autres programmes. A long terme, POLARIS offrira des données sur plusieurs habitats, espèces ou écosystèmes selon les besoins locaux évoqués. Différents programmes pourront alors venir s'alimenter à partir de cette plateforme opérationnelle.

Grâce à l'activité annuelle du club de plongée de Septentrion Environnement, des protocoles généraux seront développés pour récolter des données sur des espèces clés, afin de contribuer à une veille environnementale pérenne et régulière. D'autres protocoles, plus spécifiques, pourraient être réalisés pour répondre à une problématique particulière locale (ex : suivi du corail rouge sur la zone géographique des Calanques par exemple). Des plongées de formation pour pratiquer les outils servant à l'observation sont envisagées, avant de prétendre à une collecte de données. Des fiches de suivis pourraient être créées par plongeur afin de suivre leur progression.

Des tutoriels expliquant la démarche à suivre au cours d'une plongée pourraient être réalisés en vidéo selon le même modèle que celle déjà élaborée pour la randonnée palmée par MedPan et Septentrion Environnement, à destination du Parc national des Calanques : 'Suivi du milieu marin en palmes-masque-tuba' (Réseau MedPan, consulté en juin 2016). Cet outil permettrait une diffusion à plus large échelle de POLARIS dans l'avenir.

Le réseau Vigie-Mer, animé par le Muséum National d'Histoire Naturelle et l'Agence des Aires Marines Protégées, a pour ambition de mettre en lien des initiatives de sciences participatives afin de renforcer l'existant et favoriser le développement d'autres projets (MNHN, consulté en juillet 2016). Ce réseau, en cours de construction, s'intègre à un programme national '65 millions d'observateurs' qui déploie des outils informatiques permettant de structurer et pérenniser des dispositifs selon les besoins spécifiques à chacun (Mannaerts, 2015). Des données et analyses 'open sources' seront mises à disposition. Cet aspect a été souligné comme un besoin des gestionnaires en début d'action de POLARIS. A long terme, POLARIS pourrait rejoindre ce réseau.

Le traitement des données est également un questionnement soulevé pendant cette phase de test. Les compétences scientifiques sont ici indispensables. CiSStats⁹ est un réseau ayant pour objectif de rassembler des statisticiens appliqués, des écologues modélisateurs et des associations

⁹ Citizen Science Statistics : <http://informatique-mia.inra.fr/cisstats/>

souhaitant développer des méthodes statistiques pour mieux valoriser les jeux de données issus des sciences participatives. Pour les statisticiens, l'objectif sera d'abord d'identifier les principaux problèmes méthodologiques que pose ce type de données (absence ou faiblesse de la planification, différents types de biais, modélisation d'erreurs particulières prenant en compte le très grand nombre et l'hétérogénéité des observateurs, etc.). Un second objectif sera de proposer des modélisations statistiques qui répondent aux enjeux des sciences participatives : (i) analyser des jeux de données multi-sources, (ii) proposer des corrections pour les différents biais pour profiter au mieux de la couverture spatiale et temporelle de ces données, (iii) proposer des outils statistiques robustes, suffisamment simples pour être utilisables par le plus grand nombre.

POLARIS répond à des recommandations exprimées lors de l'atelier régional d'échange d'expérience du réseau MedPan qui s'est déroulé en novembre 2014 à Tirana (Albanie) sur le thème 'Des suivis pour la gestion des AMP de Méditerranée' (Réseau MedPan, 2014). Des protocoles de suivis simples et faciles à mettre en œuvre peuvent être conduits de façon régulière par des acteurs volontaires, souhaitant contribuer à la protection du milieu marin. Cette démarche constitue un gage de régularité mais comporte aussi des limites et peut être complétée par des études approfondies réalisées occasionnellement par des experts. Il est souhaitable que le gestionnaire puisse bénéficier d'un accompagnement scientifique, pour notamment adapter le protocole au contexte local, aider à la planification du suivi, évaluer la pertinence des données collectées et s'assurer qu'elles soient correctement interprétées. Des suivis harmonisés en Méditerranée via des protocoles standardisés doivent être initiés (Réseau MedPan, 2014).

7. Références bibliographiques

- Bœuf G., Allain Y.M. and Bouvier M. (2012) L'apport des sciences participatives à la connaissance de la biodiversité en France. La Lettre de l'OCIM. Musées, Patrimoine et Culture Scientifiques et Techniques, 8–18.
- Coll M., Piroddi C., Steenbeek J., Kaschner K., Ben Rais Lasram F., Aguzzi J., Ballesteros E., Bianchi C.N., Corbera J., Dailianis T. *et al.* (2010) The Biodiversity of the Mediterranean Sea: Estimates, Patterns, and Threats. PLOS ONE, 5(8), e 11842.
- Conseil national de la mer et des littoraux (2013). Eléments de bilan des principaux engagements du grenelle de la mer.
- CPIE Bassin de Thau (2014). Bilan d'activités 2014.
- Gatti G., Thierry de Ville d'Avray L., David R., Dimitriadis C., Gerovasileiou V., Dailianis T., Sini M., Salomidi M., Dogan A., Issaris Y., Çinar M.E., Koutsoubas D., Arvanitidis C. et Feral J-P. (2015) CIGESMED pour les plongeurs – Les Sciences Participatives pour CIGESMED. SeasEra project (E.U. FP7 ERA-NET), 12p.
- Gobert S., Sartoretto S., Rico-Raimondino V., Andral B., Chery A., Lejeune P. et Boissery P. (2009) Assessment of the ecological status of Mediterranean French coastal waters as required by the Water Framework Directive using the *Posidonia oceanica* Rapid Easy Index: PREI. Marine Pollution Bulletin 58, 1727–1733.
- Houllier F., Merilhou-Goudard J.B., Andro M., Charbonnel F., Cointet J.P., Frey-Klett P., Joly P.B., Leiser H. et Mambrini-Doudet M. (2016) Les sciences participatives en France - Etat des lieux, bonnes pratiques et recommandations.
- JORF. Arrêté du 22 juin 1998 relatif aux règles techniques et de sécurité dans les établissements organisant la pratique et l'enseignement des activités sportives et de loisir en plongée autonome à l'air. Acte n°159, Art.6, Page 10717.
- JORF. Loi n° 2016-1087 du 8 août 2016 pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages. Acte n°0184.

- Lopez y Royo C., Casazza G., Pergent-Martini C. et Pergent G. (2010) A biotic index using the seagrass *Posidonia oceanica* (BiPo), to evaluate ecological status of coastal waters. *Ecological Indicators*, 10, 380–389.
- Mannaerts G. (2015) Etat des lieux des sciences participatives en milieu marin en France. 31p.
- Mathieu D. (2011) Observer la nature, une problématique « science citoyenne » ? (Marseille), 30p.
- MEDDE (2012). Stratégie Nationale pour la Biodiversité 2011-2020.
- Michez N., Fourt M., Aish A., Bellan G., Bellan-Santini D., Chevaldonné P., Fabri M.C., Goujard A., Harmelin J.G., Labrune C., Pergent G., Sartoretto S., Vacelet J. et Verlaque M. (2014) Typologie des biocénoses benthiques de Méditerranée. Version 2. Rapport SPN 2014 - 33, MNHN, Paris, 26p.
- Millennium Ecosystem Assessment (2005). Ecosystems and Human Well-being: Synthesis, 25p.
- Ministère de l'Environnement, de l'Energie et de la Mer (2014). La Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin (DCSMM).
- Ministère de l'Environnement, de l'Energie et de la Mer (2015). La stratégie nationale pour la mer et le littoral. MNHN. 65 millions d'observateurs. Les composantes du projet - Vigie-Mer. <https://65mo.wordpress.com/2014/12/03/vigie-mer/>. Consulté en juillet 2016.
- Nations Unies (1992). Guide de la Convention sur la diversité biologique. IUCN.
- Océan'Obs. L'Observatoire Participatif de la Biodiversité Marine. <http://www.oceanobs.fr/L-Observatoire-Participatif-de-la-Biodiversite-Marine>. Consulté en juillet 2016.
- Parc national des Calanques. <http://www.calanques-parcnational.fr/fr/a-la-decouverte-du-parc/reglementation-en-mer/les-zones-de-non-prelevement>. Consulté en août 2016.
- Personnic S., Boudouresque C.F., Astruch P., Ballesteros E., Blouet S., Bellan-Santini D., Bonhomme P., Thibault-Botha D., Feunteun E., Harmelin-Vivien M. *et al.* (2014) An Ecosystem-Based Approach to Assess the Status of a Mediterranean Ecosystem, the *Posidonia oceanica* Seagrass Meadow. *PLOS ONE*, 9(6), 1-17.
- Personnic S. et Ruitton S. (2016) Rapport final (2014-2015). Programme GECO-MED. Vers une approche écosystémique de gestion des habitats méditerranéens : validations scientifiques, méthodologie de qualification de l'état et outils de Gestion des ECOSystèmes.
- Rastorgueff P.A., Bellan-Santini D., Bianchi C.N., Bussotti S., Chevaldone P., Guidetti P., Harmelin J.G., Montefalcone M., Morri C., Perez T., Ruitton S., Vacelet J. et Personnic S. (2015) An ecosystem-based approach to evaluate the ecological quality of Mediterranean undersea caves. *Ecological indicators*, 54, 137-152.
- Région PACA (2014). Stratégie globale pour la biodiversité en région Provence-Alpes-Côte d'Azur.
- Réseau MedPan (2014). Actes de l'Atelier régional d'échange d'expérience du réseau MedPan (Albanie).
- Réseau MedPan. Suivi du milieu marin en palmes Masque Tuba. <http://www.medpan.org/video-tutorials>. Consulté en juin 2016.
- Ruitton S., Personnic S., Boudouresque C.F., Ballesteros E., Bellan-Santini D., Bianchi C.N., Boissery P., Chevaldonné P., Daniel B., Deter J., Harmelin J.G., Holon F., Perez T., Pergent G., Pergent-Martini C., Sartoretto S., Thibaut T., Vacelet J. et Verlaque M. (2014) An ecosystem-based approach to evaluate the status of the coralligenous Mediterranean ecosystem. 2nd Mediterranean Symposium on the conservation of Coralligenous & other Calcareous Bio-Concretions, Portorož, Slovenia, Octobre 2014.
- Sénat (2015). Projet de loi pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages.
- Sénat (2016). Biodiversité : projet de loi pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages.
- Thibaut T., Blanfuné A., Personnic S., Boudouresque C.F., Ruitton S., Ballesteros E., Bellan-Santini, Bianchi C.N., Bussottie S., Cebrian E., Cheminée A., Culioli J.M., Derrien S., Guidette P., Harmelin-Vivien M., Hereu B., Morri C., Poggiale J-C., Verlaque M. (In press). An ecosystem-based approach to assess the status of Mediterranean rocky algal reefs.
- Thomas, C.D., Cameron, A., Green, R.E., Bakkenes, M., Beaumont, L.J., Collingham, Y.C., Erasmus, B.F.N., De Siqueira, M.F., Grainger, A., Hannah, L., et al. (2004). Extinction risk from climate change. *Nature* 427, 145–148.
- UICN, Convention sur la protection du milieu marin et du littoral de la Méditerranée - Convention de Barcelone, article 15, 1976.
- UICN (2013). Les espaces naturels protégés en France: une pluralité d'outils au service de la conservation de la biodiversité. UICN, Paris.
- UICN (2016). Stratégie partenariale en faveur de la biodiversité de la Ville de Marseille. Document de travail en cours de rédaction.
- Ville de Marseille (2011a). Extrait des registres des délibérations du conseil municipal - plan milieu marin.
- Ville de Marseille (2011b). Extrait des registres des délibérations du conseil municipal - plan nautisme et plongée.

ANNEXE 1

Présentation des compartiments biologiques à observer selon les habitats étudiés et les méthodes d'observation employées pour le 2^{ème} niveau d'observation. Les numéros renvoient aux fiches techniques expliquant le protocole à suivre pour chaque compartiment. Ces fiches sont numérotées de 1 à 16 et correspondent à un compartiment particulier. Elles sont classées selon un gradient de complexité de réalisation, de la méthode la plus simple à la plus complexe. Elles sont disponibles dans le catalogue '2^{ème} niveau d'observation POLARIS'.

Méthodes Habitats	Estimations visuelles	Photos	Quadrats	Transects
Herbier a <i>Posidonia oceanica</i>	<i>Posidonia oceanica</i> (1)		<i>Posidonia oceanica</i> (9) Filtreurs benthiques (10) Détritivores benthiques (11) Oursins (12)	<i>Pinna nobilis</i> (14), Poissons et céphalopodes (15)
Roche infralittorale à algues photophiles		Couverture végétale (5)	Détritivores benthiques (11) Oursins (12)	Invertébrés carnivores (16) Poissons et céphalopodes (15)
Coralligène	Bio-constructeurs (2)	Filtreurs passifs (6) Filtreurs actifs (7) Bio-érodeurs (8)	Détritivores benthiques (11) Brouteurs (13)	Poissons et céphalopodes (15)
Grotte sous- marine	Détritivores et omnivores (3) Carnivores (4)	Filtreurs passifs (6) Filtreurs actifs (7)		

ANNEXE 2

Exemple de fiche de relevé proposée aux plongeurs pour le relevé de données *in situ*. 2^{ème} niveau d'observation - Cas du compartiment biologique 'Oursins'.

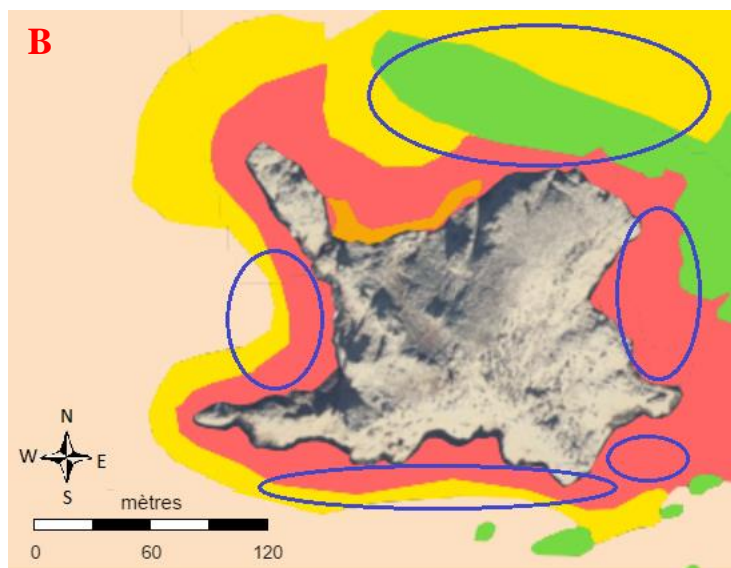
Site/habitat :		Date :		Prof :	
Heure :		T° eau :		Visibilité :	
Courant :		Activités humaines :			
Nom latin	Nom vernaculaire	Quadrat 1	Quadrat 2	Quadrat 3	Quadrat 4
<u><i>Paracentrotus lividus</i></u> (herbivore)	Oursin comestible				
<u><i>Arbacia lixula</i></u>	Oursin noir				
<u><i>Centrostephanus longipinus</i></u>	Oursin diadème				
<u><i>Sphaerechinus granularis</i></u>	Oursin violet à pointes blanches				
<u><i>Echinus melo</i></u>	Oursin melon				
Pressions :					

ANNEXE 3

Localisation des principaux sites d'études pour les tests réalisés entre juin et juillet 2016 (A).
Détails des habitats présents sur les deux sites ateliers : Tiboulen de Maire (B) ($43^{\circ}12'830''$ N / $5^{\circ}19'511''$ E) et passe Jarre-Jarron (C) ($43^{\circ}11'975''$ N / $5^{\circ}21'514''$ E).



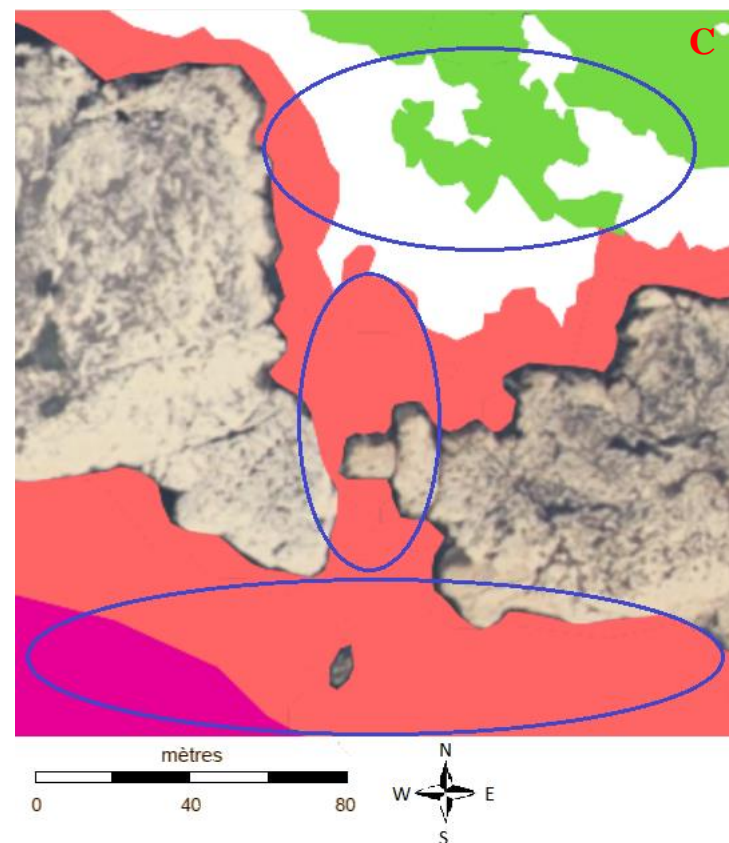
Source :
Cartes réalisées sous QGIS®
Google Satellite, OpenLayers Plugin
Projection : Lambert 93 – RGF 93



Légende :

- Biocénose de sables et graviers
- Biocénose des graviers littoraux
- Biocénose de l'herbier à *Posidonia oceanica*
- Biocénose des roches infralittorales à algues photophiles
- Zone de plongée

Source : Carte modifiée de : MEDDE – Cartham – AAMP/COMEX – GIS posidonie, 2012



Légende :

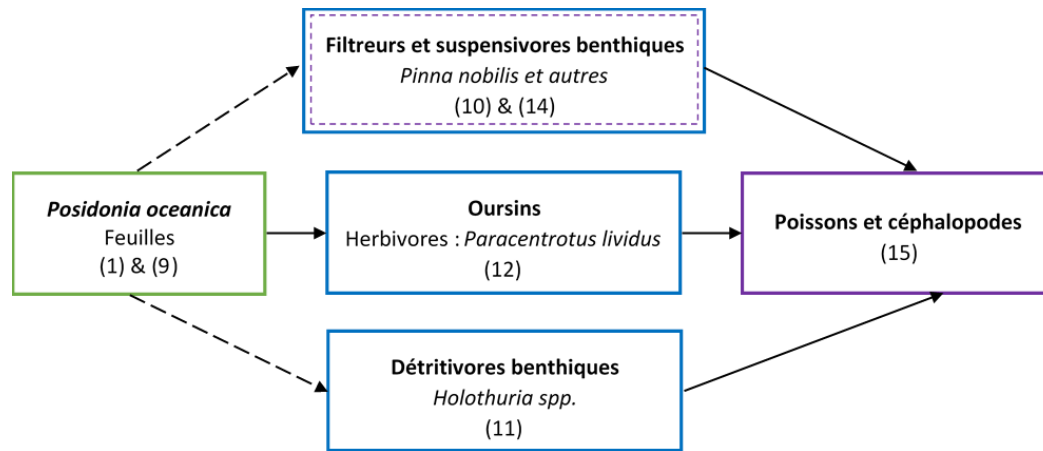
- Biocénose des roches infralittorales à algues photophiles
- Biocénose de l'herbier à *Posidonia oceanica*
- Biocénose coralligène
- Zone de plongée
- Pas de correspondance

Source : Carte modifiée de : MEDDE – Cartham – AAMP/COMEX – GIS posidonie, 2012

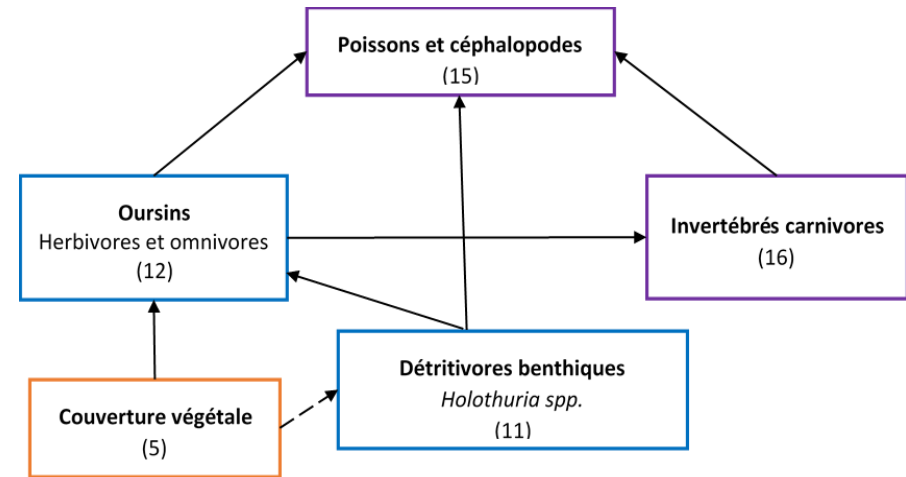
ANNEXE 4

Schémas simplifiés des relations trophiques entre les différents compartiments biologiques proposés dans le 2^{ème} niveau d'observation selon l'habitat concerné.

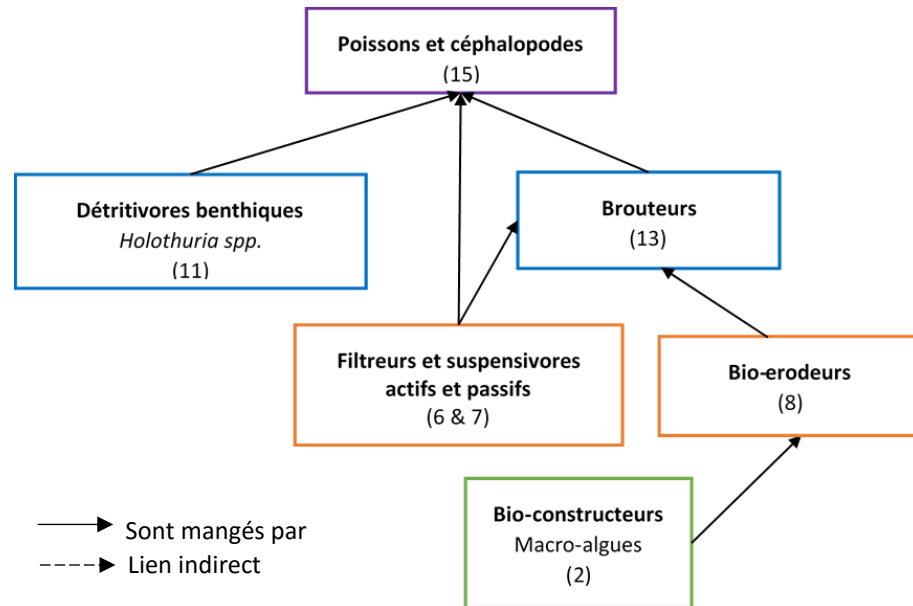
Herbier de posidonies



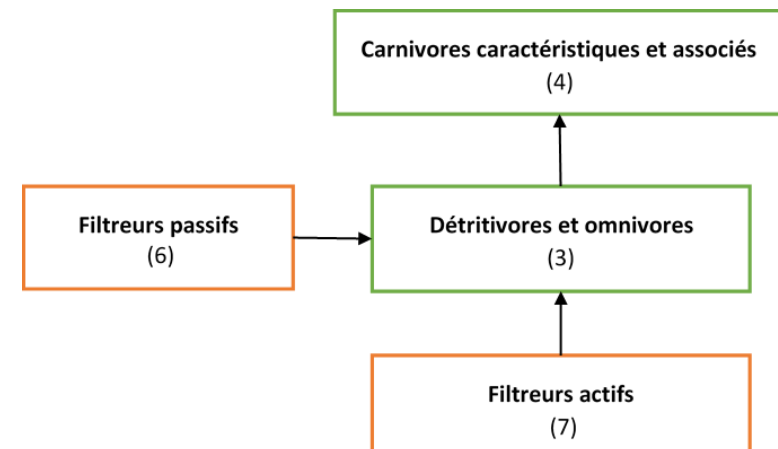
Roche infralittorale à algues photophiles



Coralligène



Grotte sous-marine



→ Sont mangés par
 ----> Lien indirect