

Laboratoire Environnement Ressources (LER)

Provence Azur Corse (PAC)

Ifremer – 83500 La Seyne sur Mer

M-C. FABRI, LER / PAC, mcfabri@ifremer.fr

L. PEDEL, LER/PAC, laura.pedel@ifremer.fr

L. MENOT, EEP/ LEP, lménot@ifremer.fr

I. Van den Beld, EEP / LEP, Inge.Van.Den.Beld@ifremer.fr

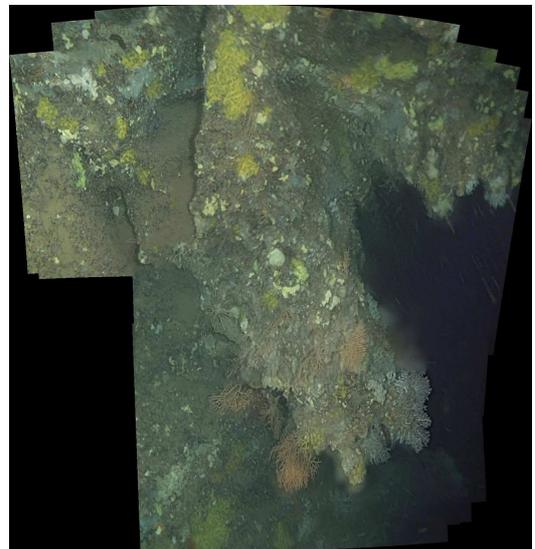
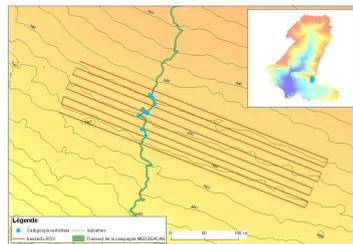
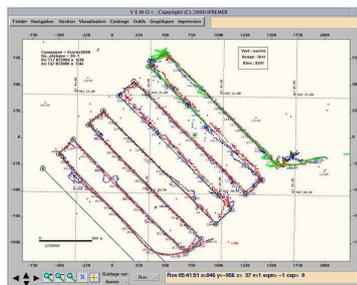
2013-RST.ODE / LER-PAC / 13-29

Rapport final

Guide MIOP -

Méthode pour l'acquisition d'Imagerie OPtique pour le suivi de l'état écologique des écosystèmes marins profonds benthiques

Convention MEEDTL - Ifremer pour la DCSMM : Etat Ecologique



Convention 13/1210491/NYF

Fiche documentaire

Numéro d'identification du rapport : Diffusion : libre : <input checked="" type="checkbox"/> restreinte : <input type="checkbox"/> interdite : <input type="checkbox"/>		date de publication : Juillet 2013 nombre de pages : 25 bibliographie : Oui illustration(s) : Oui langue du rapport : Français	
Validé par : Bruno Andral Adresse électronique : Bruno.Andral@ifremer.fr			
Titre de l'article: Guide MIOP - Méthode pour l'acquisition d'Imagerie Optique (MIOP) pour le suivi de l'Etat Ecologique des écosystèmes marins profonds benthiques			
Contrat n° 13/1210491/NYF Rapport intermédiaire <input type="checkbox"/> Rapport définitif <input checked="" type="checkbox"/>			
Auteur(s) principal (aux) : Marie-Claire FABRI, Laura PEDEL Lenaïck MENOT, Inge VAN DEN BELD		Organisme / Direction / Service, laboratoire Ifremer Toulon, ODE / LER - PAC Ifremer Brest, EEP / LEP	
Encadrement(s) :			
Cadre de la recherche : DCSMM			
Destinataire			
Résumé Ce guide reprend l'ensemble des métriques proposées dans le cadre de la stratégie de surveillance nationale des écosystèmes benthiques profonds évoquées dans le rapport "mesure de l'état écologique des habitats benthiques du domaine bathyal à partir de l'imagerie optique (Sélection de métrique et proposition d'une stratégie de surveillance = stratégie d'échantillonnage)" (Pedel et al. 2013). Il décrit les différentes méthodes d'acquisition vidéo selon les métriques à mesurer: 1.4 Répartition des écosystèmes 1.5 Etendue d'un habitat 1.6 Etat des communautés benthiques (Densité, Taux de couverture, Richesse et composition spécifique, Etat des colonies) 1.3 Structure de taille d'une population Une validation des standards reste à faire avec les pays européens limitrophes pour élaborer une stratégie européenne.			
Abstract			
Mots-clés DCSMM; Méditerranée; Etat écologique; Bathyal; Vidéos; Photos ; Mesure de métriques ;			
Words keys			

TABLE DES MATIERES

1	CONTEXTE ET PROBLEMATIQUES	2
2	CONFIGURATION DU SYSTEME DE NAVIGATION.....	3
2.1	SYSTEME DE POSITIONNEMENT	3
2.2	FICHIERS DE NAVIGATION.....	3
3	CONFIGURATION DE L'OPTIQUE	4
3.1	LES ENREGISTREMENTS VIDEOS	4
3.2	LES PHOTOS	4
3.2.1	<i>Pour un travail de cartographie: les mosaïques.....</i>	<i>4</i>
3.2.2	<i>Pour un travail de reconnaissance faunistique : les zooms successifs</i>	<i>5</i>
3.3	LES LASERS	7
4	STRATEGIE D'ECHANTILLONAGE	8
4.1	LES TYPES DE TRANSECTS	8
4.2	CHOIX DES TYPES DE TRANSECT EN FONCTION DE L'HABITAT :	9
5	CONSIGNES DE NAVIGATION ET CONFIGURATION DE L'OPTIQUE POUR LES DIFFERENTES STRATEGIES.....	10
5.1	REPARTITION DES ECOSYSTEMES MARINS (CRITERE 1.4) - TRANSECT TYPE 0	10
5.2	ETENDUE D'UN HABITAT (CRITERE 1.5) - TRANSECT TYPE 1	10
5.2.1	<i>Réglage de l'optique : Emprise constante (zoom et angle fixes) et altitude constante (distance à la cible)10</i>	
5.2.2	<i>Consignes de navigation : Transects en radiales ou parallèles.....</i>	<i>11</i>
5.3	ETAT DES COMMUNAUTES BENTHIQUES (CRITERE 1.6)	12
5.3.1	<i>"Densité" - Transect de Type 1</i>	<i>12</i>
5.3.2	<i>"Taux de couverture" des populations - Transect de Type 1</i>	<i>14</i>
5.3.3	<i>Richesse et Composition Spécifiques - Transect de Type 2</i>	<i>16</i>
5.3.4	<i>Morphologie et état des colonies - Transect de Type 3</i>	<i>18</i>
5.4	STRUCTURE DE TAILLE D'UNE POPULATION (CRITERE 1.3) - TRANSECT TYPE 3	19
6	CONCLUSION	19
7	BIBLIOGRAPHIE.....	20
	ANNEXE : TABLEAU RECAPITULATIF DES DIFFERENTES CONFIGURATIONS	21

1 Contexte et problématiques

La DCSMM promeut une approche écosystémique pour la gestion des mers et océans. Dans cette logique, elle impose d'évaluer et de suivre les pressions qui s'exercent sur le milieu marin. Elle recommande aussi une approche par régions, sous-régions et éventuellement subdivisions cohérentes au plan écosystémique. La France est concernée par 4 sous-régions définies dans la directive : mer du Nord/Manche, mers Celtiques, golfe de Gascogne et côtes ibériques, Méditerranée occidentale. Pour caractériser le bon état écologique (BEE) des écosystèmes, la DCSMM fait appel à 11 Descripteurs, déclinés en indicateurs. S'agissant des communautés du domaine profond, il est nécessaire de renseigner les indicateurs relatifs au descripteur consacré à la biodiversité (D1) ou à l'intégrité des fonds (D6). Les valeurs de ces indicateurs seront à comparer à des valeurs de référence qui sont à définir (référence existante, référence historique, référence obtenue par modélisation ou référence obtenue à dire d'expert) (Hill et al. 2012).

Afin de renseigner de façon rigoureuse et précise ces différents indicateurs, des données quantitatives de densité, de surface couverte, de proportion d'espèces sont nécessaires. Or il n'existe pas de données d'imagerie optique de qualité suffisante qui permettent de répondre totalement aux besoins. Cela est notamment dû au fait que les données ont été acquises, pour la plupart, lors d'explorations du domaine profond, et non dans un but d'évaluation quantitative des espèces et des habitats. En effet les méthodes utilisées et les résultats obtenus jusqu'à présente sont de qualité variable par rapport aux positions géographiques, à la précision taxinomique et à la quantification. Il est donc très important que les méthodes utilisées dans le cadre de la surveillance soient standardisées en vue d'obtenir des résultats comparables entre les zones, mais aussi au cours du temps. Les standards doivent décrire les méthodes qui assurent précision et reproductibilité des données. Des standards ont été édités pour le suivi des habitats benthiques dans le cadre du programme MESH (Mapping European Seabed Habitat <http://www.searchmesh.net/>) (Cogan et al. 2009).

L'acquisition de données optiques de qualité, obtenues en suivant des standards nationaux mais aussi européens, est nécessaire dans le cadre de la caractérisation du programme de surveillance de la DCSMM pour les écosystèmes profonds (MNHN - Service des Stations marines RESOMAR Aamp 2013). Ce guide méthodologique a pour objectif de standardiser l'acquisition des données optiques en vue de l'évaluation (qualitative et quantitative) de l'état des habitats benthiques profonds dans le cadre du suivi demandé par la DCSMM.

L'imagerie optique permet d'obtenir une grande quantité d'informations sur l'état des habitats benthiques profonds à travers la composition spécifique, l'abondance des espèces, leur comportement et leur relations écologiques, informations qu'il ne serait pas possible d'obtenir à l'aide de prélèvements ou à l'aide de données acoustiques. Non destructif, l'échantillonnage à l'aide de l'imagerie optique est adapté à l'étude des écosystèmes et des espèces benthiques profonds, qui sont très sensibles aux perturbations physiques et qui possèdent pour la plupart une faible capacité de résilience, liée à un taux de croissance faible et une durée de vie de plusieurs dizaines à centaines d'années.

L'imagerie optique est divisée en deux grandes techniques : la vidéo et la photo. L'acquisition de vidéos nécessite un éclairage constant qui ne peut être maintenu que grâce à l'apport d'**énergie** par le câble électro-porteur qui relie le ROV au bateau. De plus, le stockage des enregistrements vidéos nécessite des **espaces mémoires** importants (embarqués dans le cas d'un engin autonome tel qu'un AUV). Ce sont autant de limites technologiques qui empêchent l'utilisation de la vidéo à partir d'engins autonomes (AUV fonctionnant sur batteries).

En revanche, l'acquisition de photos, moins volumineuses que des enregistrements vidéos, peut s'effectuer aussi bien à partir d'un ROV que d'un AUV grâce à un éclairage intermittent (flashes) qui réduit les besoins en énergie. Un AUV permet également de couvrir de plus grandes zones de façon autonome.

La vidéo et la photo sont complémentaires dans le cadre de l'étude des habitats benthiques et leur utilisation « simultanée » est à privilégier.

2 Configuration du système de navigation

Dans le cadre d'un suivi opérationnel des écosystèmes en vue d'une surveillance, les paramètres de navigation du sous-marin doivent être définis à l'avance et reproductibles. Les consignes de navigation doivent être mémorisées : trajet, altitude de navigation, cap, orientation de caméras, réglage des focales, coordonnées géographiques.

Les données d'imagerie optique doivent être acquises de façon standardisée afin de permettre un traitement quantitatif reproductible pour une comparaison spatiale et temporelle.

Prérequis : synchronisation de toutes les horloges: heure vidéos, heure navigation, heure sondes paramètres

2.1 Système de positionnement

Les informations de positionnement sont essentielles car elles sont utilisées pour géo-référencer tout ce qui pourra être identifié sur les enregistrements vidéos, ce qui permettra de localiser les écosystèmes (critère 1.4 Répartition), de mesurer des aires de couvertures (critère 1.5 Etendue) et d'estimer des abondances et densités d'organismes (critère 1.6 Etat). Pour cela des points de navigations suffisamment rapprochés sont indispensables, il est généralement conseillé d'enregistrer la **position toutes les secondes**.

Les paramètres de géo-référencement doivent être connus.

Pour le domaine hauturier le système de géo-référencement utilisé est généralement **WGS84**.

Les projections les plus courantes sont Mercator ou Mercator Transverse (UTM) en mentionnant bien la zone UTM.

Le navire support est positionné par GPS différentiel, ce qui permet un positionnement absolu relativement fiable (erreur 10 m). Le sous-marin est positionné par rapport à la position du navire, par un système de Base Ultra Courte (BUC) ou USBL (Ultra Short Base Line) ou SSBL (Super Short base Line). Ce système est un positionnement acoustique qui utilise un émetteur-récepteur (transpondeur) qui se trouve sur le navire et qui communique avec le même système qui se trouve sur le sous-marin. Les calculs de distance sont effectués par le biais de la vitesse de propagation du son dans l'eau. L'erreur de positionnement est fonction de la hauteur d'eau sous le navire.

2.2 Fichiers de navigation

Le fichier de navigation doit contenir au minimum toutes les données de positionnement chaque seconde :

- Date, Heure,
- Latitude, Longitude de l'engin,
- immersion de l'engin,
- altitude de l'engin,
- profondeur totale,

Les données d'attitude de l'engin doivent aussi être enregistrées:

- Cap de l'engin,
- Gîte (roulis babord ou tribord),
- Assiette (tangage avant, arrière)
- Vitesse en X
- Vitesse en Y
- Vitesse en Z

Les données relatives aux caméras doivent aussi être renseignées:

- Camera 1: angle tilt (inclinaison haut, bas)
- Camera 1: angle pan (orientation panoramique droite, gauche)
- Camera 1: focale
- Camera 1: zoom
- Camera 1: ouverture

Les mesures de paramètres de l'environnement qui transitent éventuellement par le système:

- Température, Salinité, Oxygène, Turbidité

3 Configuration de l'optique

L'utilisation de l'imagerie optique est une méthode non intrusive pour l'identification de la faune fixée. La qualité des enregistrements vidéo ou photo doit être optimale afin de pouvoir réaliser du travail d'identification faunistique sur l'imagerie optique. De nos jours la **haute définition** est devenue un standard sur la majorité des engins sous-marins utilisés en science. La qualité d'impression devrait être de 300 à 600 dpi.

La position des caméras sera :

- frontale, en générale mobile avec lasers et zoom pour mesure des organismes, attention aux consignes de navigation car il peut être nécessaire de fixer les paramètres de la caméra (voir ci-dessous).
- orthogonale (orthogonale) à la cible, avec une distance à la cible suffisamment proche pour les identifications, mais suffisamment éloignée pour une couverture conséquente, dans tous les cas constante pour évaluer la surface couverte en vue des calculs de densités.

3.1 Les enregistrements vidéos

Il est préconisé d'enregistrer les **vidéos en continu**, avec un time code ou une **incrustation de la date et de l'heure** afin de relier les vidéos aux fichiers de navigation et donc à leurs positions géographiques.

Si les enregistrements vidéos de certaines caméras ne sont pas continus, un enregistrement des **date-heure de début et de fin de la séquence** est indispensable afin de pouvoir relier exactement les séquences vidéos à leurs positions géographiques.

Les consignes de navigation pour les transects vidéos seront différents selon le type d'utilisation (Répartition, Etendue, Etat), voir le paragraphe 4 ci-après (Stratégie d'échantillonnage).

3.2 Les photos

3.2.1 Pour un travail de cartographie: les mosaïques

Les mosaïques de photos sont de plus en plus utilisées pour la cartographie d'habitat.

Si la surface à cartographier est de petite taille, la mosaïque peut la recouvrir totalement. Si la surface de l'habitat est trop grande alors des mosaïques linéaires parallèles non jointives peuvent être créées et les surfaces à combler pourront être interpolées ultérieurement.

Si l'habitat à cartographier est plan, alors les photos d'un appareil en position verticale seront utilisées. Si il s'agit d'une paroi verticale, alors il faudra utiliser les photos d'un appareil en position horizontale. Dans tous les cas il faut que la prise de vue soit perpendiculaire (orthogonale) à la surface de l'habitat.

La surface couverte par chaque photo est un élément essentiel pour établir l'échelle de la mosaïque finale. Cet élément est à calculer en fonction de l'altitude de l'engin ou de son éloignement par rapport à la cible, de la focale et du zoom de l'appareil photo (ou camera). L'enregistrement des angles PAN et TILT pour chaque photo est indispensable afin de corriger l'emprise des photos sur le substrat en fonction de l'orientation de la caméra. Le plus simple étant de conserver des angles fixes pendant toute l'acquisition. C'est pourquoi toutes ces informations sont à enregistrer dans les fichiers de navigation.

Les consignes de navigation pour une acquisition de photo pour une mosaïque sont décrites au paragraphe 4 ci-après (Stratégie d'échantillonnage).

3.2.2 Pour un travail de reconnaissance faunistique : les zooms successifs

De manière générale, les photos sont de meilleure qualité que les vidéos, car elles n'ont pas de mouvement apparent, l'image est nette et il est possible de zoomer sur les caractéristiques morphologiques. Les photos sont donc préférables à la vidéo dans le cadre d'identifications taxinomiques.

Si les photos sont de bonne résolution, suffisamment nettes et cadrées sur certains détails morphologiques (variables en fonction des taxons) elles permettent une identification taxinomique fiable. Certains taxons ne pourront toutefois pas être identifiés jusqu'à l'espèce sans prélèvement (Porifères, Cerianthes, Crinoïdes, Ophiures, Ascidies).

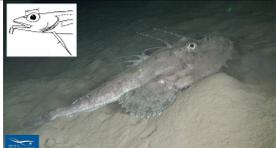
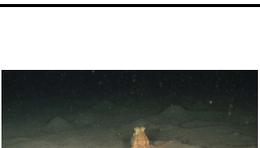
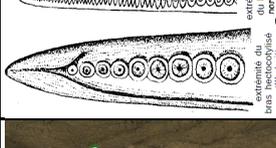
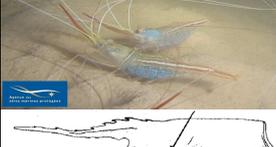
La proximité de l'objet permet un meilleur éclairage, moins de mouvement apparent et une meilleure vue des détails morphologiques et des organismes commensaux. Il faut cependant éviter d'être trop près de l'objet à cause du risque de dommages aux organismes et trop près du fond à cause du risque de remise en suspension des sédiments fins (augmentation de la turbidité).

Scénario de prise de photos: trois cadrages différents pour une identification

L'identification faunistique pourra être effectuée si les trois plans de cadrage suivants (large, moyen, serré) sont respectés :

- 1) Documenter le spécimen avec un **plan large**, englobant du mieux possible l'organisme (ou la colonie), montrant aussi l'environnement (substrat meuble ou dur) et les organismes associés.
- 2) Documenter le spécimen avec un ou **plusieurs plans moyens**, montrant sa base et son moyen de fixation au substrat, la morphologie de l'organisme (ou de la colonie et de ses branches) ainsi que les espèces épibiontes.
- 3) Documenter le spécimen avec un ou **plusieurs plans serrés** sur certains critères morphologiques spécifiques à chaque groupe (voir tableau ci-après) ainsi que les espèces épibiontes s'il y en a.

Critères morphologiques à photographier en fonction du taxon à identifier

	Plan large	Plan moyen	Plan serré
Actinopterygii : ensemble des nageoires visibles, zoom afin de compter le nombre d'épines (nageoire dorsale), zoom sur la tête			
Elasmobranchi : ensemble des nageoires visibles. Fentes branchiales dénombrables			
Scléractiniaux solitaires : Vue de profil et zoom sur le calice vu du dessus.			
Antipatharia : forme de la colonie (taille, ramifications) et détail des polypes			
Gorgones ou scléractiniaux coloniaux : forme de la colonie (taille, ramifications) et détail des polypes			
Mollusques Octopodidae : zoom sur la tête et le dessous du corps (rangées de ventouses) si possible détail des tentacules (bras hectocotyle)			
Mollusques bivalves et gastéropodes : forme de la coquille			
Crevettes : zoom sur la tête et le rostre			
Crustacés macrouridés : vue du dessus, détail des pinces et des pattes, épines de la carapace			

3.3 Les Lasers

Des lasers installés autour d'une caméra projettent des faisceaux parallèles. Les faisceaux parallèles projetés sur une surface perpendiculaire sont écartés d'une longueur fixe indépendante de la distance entre la cible et la source. Ils permettent d'obtenir sur une image un certain nombre de points (correspondant au nombre de lasers) dont l'écartement est connu, ce qui donne une échelle. Une calibration des lasers doit être effectuée en début de campagne, l'écartement est généralement compris entre 6 et 30 cm.

L'utilisation de lasers permettra d'intégrer une échelle aux images acquises, indispensable pour la cartographie d'habitat, mais aussi pour la mesure de la taille des organismes filmés ou photographiés.

Pour les zones planes, deux lasers sont suffisants pour obtenir une échelle.

Pour les zones accidentées ou non perpendiculaires à la prise de vue, l'utilisation de 3 ou 4 lasers est indispensable pour calculer des surfaces sur des plans inclinés.

Note: les lasers peuvent être filmés par plusieurs caméras, mais la mesure sera exacte uniquement sur les images de la caméra sur laquelle les lasers sont fixés. Si une caméra les filme en biais l'échelle donnée par les lasers ne correspondra pas à la distance entre les lasers, sur les images de cette caméra. Le positionnement des lasers doit être judicieusement choisi. En général ils sont positionnés sur la caméra frontale qui est enregistrée en continu, qui est mobile, qui permet les zooms et qui sert de caméra de pilotage.

4 Stratégie d'échantillonnage

Selon les indicateurs auquel on veut répondre pour la DCSMM, et selon les habitats considérés, certaines métriques seront indispensables ou non. Les efforts d'échantillonnages *in situ* et de post-traitements seront différents selon les métriques sélectionnées.

L'acquisition de ces données est couteuse en termes de temps et d'argent, il s'agit donc de trouver le meilleur compromis entre un suivi exhaustif très couteux et un suivi trop limité qui risquerait de ne pas détecter les changements d'état écologique des habitats.

4.1 Les types de transects

Nous avons défini quatre types de transects induisant des traitements différents :

Transect de type 0 : Exploratoire

Il s'agit de transects exploratoires, au cours desquels la trajectoire peut être définie au préalable ou non, elle peut changer selon ce qui est observé sur le fond. Le zoom peut être utilisé ou non, tout est variable et possible. Il reste une grande portion des fonds océaniques non explorée, ce type de transect devrait être effectué régulièrement afin d'obtenir des informations complémentaires sur la distribution des différents écosystèmes.

Transect de type 1 : Effort d'échantillonnage faible (Etendue, Densité, Taux de couverture)

Il s'agit de transects parallèles effectués au sein de l'habitat et dont l'emprise optique est connue et fixe, qui peuvent être effectués suffisamment haut (de 3 à 5 m dépendamment de la caméra utilisée) pour couvrir la surface la plus grande possible. Ces transects sont utilisés pour mesurer l'étendue de l'habitat. Ils peuvent également permettre de calculer la densité ou le taux de couverture des espèces caractéristiques de l'habitat.

Transect de type 2 : Effort d'échantillonnage faible à moyen (Diversité, Composition taxinomique)

Il s'agit de transects parallèles effectués le plus près possible du substrat, typiquement entre 1 et 2 m, à altitude et angle fixes pour une emprise optique constante. La quantité de détails doit être suffisante pour identifier la majorité des espèces afin d'établir la composition taxinomique de l'habitat. Les transects doivent être reproductibles pour suivre une éventuelle variation temporelle.

Les images peuvent aussi être utilisées pour créer des mosaïques à partir desquelles la distribution spatiale des espèces pourra être cartographiée au sein de l'habitat.

Transect de type 3 : Effort d'échantillonnage important (Etat des colonies, Structures de taille)

Il s'agit de transects plutôt stationnels, avec un arrêt à chaque colonie/organisme pour mesurer les tailles, l'état, identifier les épibiontes, etc. Un nombre suffisant d'organismes doit être imagé pour que les mesures soient représentatives de l'habitat. Ce type de transect est le plus couteux en temps d'acquisition et temps de traitement, mais il permet de connaître parfaitement une population bien définie.

Selon les habitats considérés et les moyens disponibles, un ou plusieurs types de transects seront mis en œuvre pour évaluer leur état. Par exemple, pour les habitats les plus vulnérables et aux fonctions écologiques importantes (Habitats classés ou remarquables), le suivi devra impliquer les différents type de transects afin d'obtenir un maximum de métriques sur ces habitats comme listé dans les tableaux ci-dessous (Tab. X, Y) (Pedel et al. 2013).

4.2 Choix des types de transect en fonction de l'habitat :

Tableau x : Choix des types de transect à effectuer en fonction de l'habitat en Méditerranée

Habitats à suivre	Type 1	Type 2	Type 3
Communauté des coraux profonds (Méditerranée)	OUI	OUI	OUI
Autres habitats des roches bathyales <i>Antipatharia Leiopathes glaberrima</i> (Cassidaigne)	OUI	OUI	OUI
Autres habitats des roches bathyales <i>Alcyonacea Callogorgia verticillata</i> (Bourcart)	OUI	OUI	OUI
Autres habitats des roches bathyales <i>Alcyonacea Viminella flagellum</i>	OUI	OUI	
Faciès des vases bathyales (Méditerranée) <i>Isidella elongata</i>	OUI		
Faciès des vases bathyales (Méditerranée) <i>Funiculina quadrangularis</i>	OUI		

Tableau Y : Choix des métriques à mesurer et type de transect à effectuer en fonction de l'habitat en Golfe de Gascogne

Habitats à suivre	Type 1	Type 2	Type 3
Jardin de coraux (Golfe de Gascogne)	OUI	OUI	OUI
Récifs de coraux d'eau froide (Golfe de Gascogne)	OUI	OUI	OUI
Autres habitats des roches bathyales (<i>Antipatharia</i> , <i>Alcyonacea</i> , etc.)	OUI	OUI	
Habitats de substrats meubles bathyaux (Golfe de Gascogne)	OUI		

5 Consignes de navigation et configuration de l'optique pour les différentes stratégies

5.1 Répartition des écosystèmes marins (critère 1.4) - Transect type 0

Les données et les connaissances sur l'étage bathyal et abyssal de nos côtes sont éparses dans le temps et dans l'espace. Une grande phase d'exploration est à venir afin de mieux localiser les écosystèmes particuliers et d'en cartographier la répartition pour pouvoir répondre à la DCSMM (MNHN - Service des Stations marines RESOMAR Aamp 2013).

Des transects exploratoires (type 0) sont donc à prévoir afin de compléter les données actuelles. Ces transects exploratoires sont à définir en suivant une certaine stratégie :

- Exploration à réaliser après étude bibliographique pour identification des zones historiquement connues à valider (Maurin 1962, Fredj 1964, Reveillaud et al. 2008).
- Exploration à réaliser de façon méthodique dans une tranche bathymétrique donnée. En Méditerranée il faudra compléter les zones explorées pendant les campagnes MEDSEACAN et CORSEACAN (Watremez 2012, Fabri et al. 2013).
- Exploration à réaliser après identification de cibles sur cartes de bathymétrie et de réflectivité (souvent après une étude de la zone par les géologues) (Huvenne et al. 2011).

Les transects de plongées exploratoires peuvent être effectués en remontant les pentes du talus continental ou en suivant une isobathe. Il est préconisé de filmer en continu (pour une geolocalisation) et de photographier tous les organismes rencontrés afin de pouvoir cartographier la répartition des habitats et des espèces ultérieurement. Les lasers peuvent aider aux mesures des organismes, mais en général il est difficile voire impossible d'extraire des paramètres quantitatifs de ce genre d'enregistrement vidéo.

Tous les paramètres doivent être enregistrés dans les fichiers de navigation.

5.2 Etendue d'un habitat (critère 1.5) - Transect type 1

Les données d'imagerie optique doivent être acquises de façon standardisée afin de permettre un traitement quantitatif reproductible pour une comparaison spatiale et temporelle.

Afin d'optimiser les transects vidéos, il est important que les plongées utilisées pour les mesures de **l'étendue de l'habitat** puisse aussi servir à l'estimation d'autres paramètres comme la **densité** ou le **taux de couverture**. Cela implique que les vidéos soient de suffisamment bonne résolution pour permettre la reconnaissance des espèces de mégafaune et leur comptage.

5.2.1 Réglage de l'optique : Emprise constante (zoom et angle fixes) et altitude constante (distance à la cible)

La surface de substrat échantillonnée par une prise de vue de la caméra ou de l'appareil photo doit être connue et constante au cours du transect afin que les calculs de surface soient possibles et reproductibles.

Le champ de vision pour une caméra ou un appareil photo doit être réglé pour couvrir une certaine surface et ne plus changer au cours du transect. Cela implique deux choses:

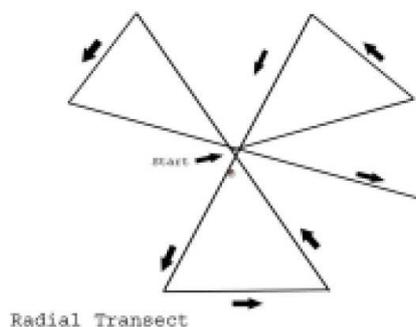
- La distance de l'engin par rapport à la cible à cartographier (le fond ou la paroi verticale) doit être constante (voir les consignes de navigation, altitude constante).
- L'angle (PAN et TILT) de la caméra (ou de l'appareil photo) ainsi que la focale (zoom) doivent être fixes pendant tout le transect.

Tous les paramètres doivent être enregistrés dans les fichiers de navigation.

5.2.2 Consignes de navigation : Transects en radiales ou parallèles

Le type de transect est à définir au préalable. Pour la mesure de l'étendue de l'habitat, si on ne connaît pas du tout la zone mais que l'on connaît uniquement un point de localisation d'une espèce vulnérable (Biblio ou données historique à valider), alors un **transect en radiale** permet de circonscrire grossièrement la zone en économisant du temps de plongée. Par contre si on connaît à peu près les limites de l'habitat, une série de **transects parallèles** apportera plus d'information pour les calcul de densité ou de taux de couverture, et minimisera le nombre de plongées sur la zone.

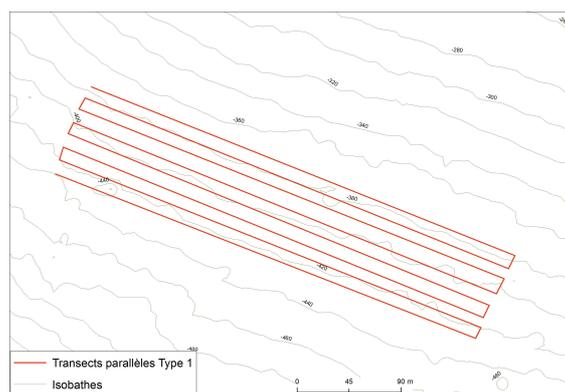
A - Transect en radiales (sur fonds plats, grandes étendues)



Une première exploration autour d'un point connu (présence d'un faciès localisé précédemment mais non contouré ou référence biblio) permet de délimiter l'habitat. Pour cela une navigation sous forme de plusieurs transects effectués en radiales autour du point, chaque transect se finissant lorsque le faciès n'est plus observé, permet de délimiter l'étendue grossière de l'habitat (ou faciès). Les longueurs des transects pourront être variables, l'arrêt d'un transect pourra être décidé après une distance minimale parcourue sans observation des organismes caractéristiques (par exemple 100 m), ou suite à l'observation d'une transition vers un autre habitat.

Exemple d'application : champs d'*Isidella elongata*, *Funiculina quadrangularis* sur fonds meubles de faible pente.

B - Transects parallèles (sur fonds plats ou parois verticales)



Une grille de transects parallèles permet de cartographier finement un habitat, dépendamment de l'altitude de navigation et des capteurs utilisés (sondeur multifaisceaux pour la bathymétrie et la réflectivité, sondeur à balayage latéral pour la nature du substrat, camera pour l'imagerie optique). Ce type de transect permet de traiter les données de façon quantitative, c'est à dire qu'il permet une estimation fiable des surfaces ainsi qu'un calcul de densités (si les organismes sont identifiables sur les enregistrements vidéo ou les photos.).

L'acquisition de la donnée doit être réalisée en continu (vidéos ou photos se chevauchant partiellement). Pour une navigation plus aisée les transects seront préférentiellement orientés parallèlement aux isobathes.

Les techniques d'imagerie acoustiques, telles que les informations apportées par un sondeur à balayage latéral, pourraient permettre de cartographier les grandes étendues de faciès de vases bathyales (*Isidella elongata*, *Funiculina quadrangularis*, etc.).

5.3 Etat des communautés benthiques (critère 1.6)

Après avoir effectué la mesure de l'étendue de l'habitat, il s'agira d'évaluer l'état de la communauté en question. Différents paramètres peuvent être mesurés, tels que la densité, le taux de couverture, la diversité ou la structure de taille (Pedel et al. 2013).

Dans le cadre d'une surveillance il s'agira de comparer les valeurs actuelles avec les valeurs antérieures ou des valeurs de référence. Dans tous les cas le protocole d'échantillonnage devra être exactement le même.

5.3.1 "Densité" - Transect de Type 1

La **densité** des populations ou les proportions d'organismes en bon état vs en mauvais état (ou de macrodéchets, de traces de chalutages, de débris d'engins de pêche) pourront éventuellement être évaluées à partir des enregistrements vidéos ou photo utilisés pour la mesure de l'étendue de l'habitat (1.5), si ceux-ci sont de suffisamment bonne résolution pour une identification, sinon il faudra faire de nouveaux enregistrement vidéo ou photo plus précis, plus près de la cible pour les organismes de petites tailles.

Plus la surface échantillonnée (couverture photo, vidéo) sera proche de la totalité, plus l'estimation de la densité sera robuste.

Dans le cas des substrats durs de l'étage bathyal, il sera possible de s'approcher d'un échantillonnage exhaustif, soit avec des méthodes acoustiques (SMF sur CWC sur parois verticales, (Huvenne et al. 2011)), soit avec des méthodes optiques car les zones de substrats durs dans cette tranche bathymétriques sont souvent de faible surface.

Dans le cas des substrats meubles de l'étage bathyal, les différents faciès de vases s'étendent sur une surface tellement grande qu'il sera impossible de la couvrir entièrement. Dans ce cas un certain pourcentage de couverture sera suffisant et permettra d'extrapoler une densité moyenne sur l'ensemble de la zone, si on suppose que la distribution des organismes traceurs du faciès est régulière (*Isidella elongata*, *Funiculina quadrangularis*, etc.).

Dans la littérature existante, il n'existe pas de recommandations précises concernant la surface minimale à explorer pour quantifier, ou qualifier, l'état des communautés benthiques à l'aide de l'imagerie optique. En Norvège, des standards sont en cours de développement, et des transects d'une longueur totale de 600 m (minimum) sont recommandés pour chaque zone (ou faciès) (Duus 2009).

Réglage de l'optique:

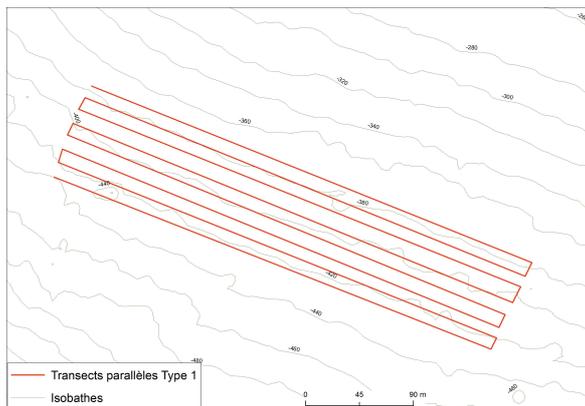
La surface de substrat échantillonnée par une prise de vue de la caméra ou l'appareil photo doit être connue et constante au cours du transect afin que les calculs de surface soient possibles et reproductibles.

Le champ de vision pour une caméra ou un appareil photo doit être réglé pour couvrir une certaine surface et ne plus changer au cours du transect. Cela implique deux choses:

- La distance de l'engin par rapport à la cible à cartographier (le fond ou la paroi verticale) doit être constante (voir les consignes de navigation, altitude constante).
- L'angle (PAN et TILT) de la caméra (ou de l'appareil photo) ainsi que la focale (zoom) doivent être fixes pendant tout le transect.

Tous les paramètres doivent être enregistrés dans les fichiers de navigation.

Consignes de navigation:



Une grille de transects parallèles permet de cartographier finement un habitat, dépendamment de l'altitude de navigation et des capteurs utilisés (sondeur multifaisceaux pour la bathymétrie et la réflectivité, sondeur à balayage latéral pour la nature du substrat, camera pour l'imagerie optique). Ce type de transect permet de traiter les données de façon quantitative, c'est à dire qu'il permet une estimation fiable des surfaces ainsi qu'un calcul de densités (si les organismes sont identifiables sur les enregistrements vidéo ou les photos.).

L'acquisition de la donnée doit être réalisée en continu (vidéos ou photos se chevauchant partiellement). Pour une navigation plus aisée les transects seront préférentiellement orientés parallèlement aux isobathes.

5.3.2 "Taux de couverture" des populations - Transect de Type 1

Le taux de couverture (et la distribution spatiale) des différents composants de la diversité est un élément de compréhension de la communauté. L'idéal est d'acquérir une couverture photographique haute définition complète de la zone afin de réaliser les identifications faunistiques et d'estimer le pourcentage de couverture de chaque espèce. Si la zone est trop grande pour permettre une couverture complète, alors il faudra effectuer un nombre réduit de transects non jointifs, couvrant si possible au moins 50% de la zone.

Les données photos et/ou vidéos seront acquises en plusieurs transects parallèles, à une distance suffisamment rapprochée du substrat pour pouvoir réaliser des indentifications faunistiques et à une distance constante pour pouvoir réaliser des mosaïques de surface connue en post-traitement.

Les mosaïques réalisées pourront être utilisées pour quantifier la diversité spatiale de l'habitat, ce qui permettra d'apporter des éléments de compréhension sur la répartition des différentes espèces.

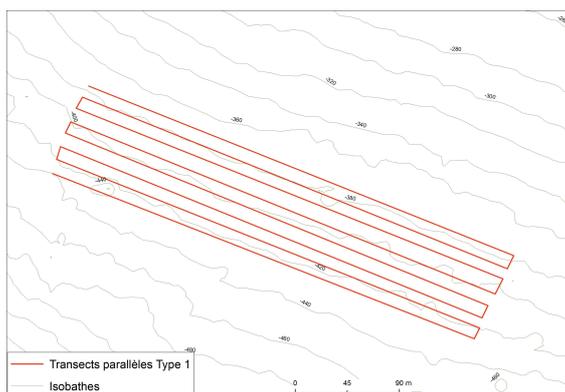
Réglage de l'optique:

La surface de substrat échantillonnée par une prise de vue de la caméra ou l'appareil photo doit être connue et constante au cours du transect afin que les calculs de surface soient possibles et reproductibles.

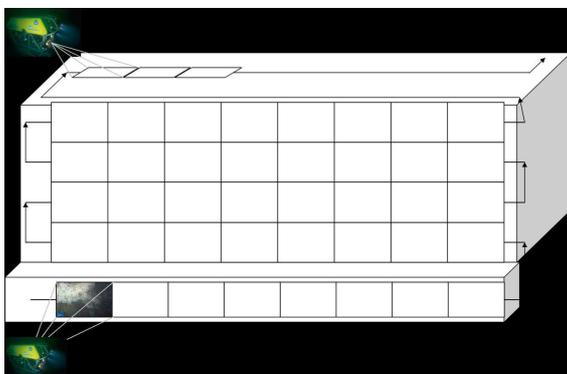
Le champ de vision pour une caméra ou un appareil photo doit être réglé pour couvrir une certaine surface et ne plus changer au cours du transect. Cela implique deux choses:

- La distance de l'engin par rapport à la cible à cartographier (le fond ou la paroi verticale) doit être constante (voir les consignes de navigation, altitude constante).
- L'angle (PAN et TILT) de la caméra (ou de l'appareil photo) ainsi que la focale (zoom) doivent être fixes pendant tout le transect.

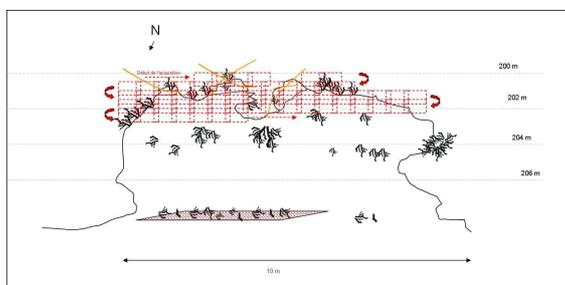
Tous les paramètres doivent être enregistrés dans les fichiers de navigation.

Consignes de navigation:

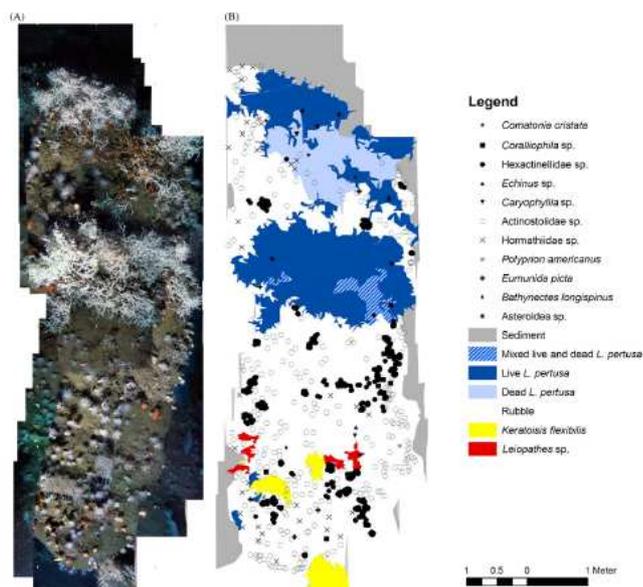
Une grille de transects parallèles permet de cartographier finement un habitat, dépendamment de l'altitude de navigation et des capteurs utilisés (sondeur multifaisceaux pour la bathymétrie et la réflectivité, sondeur à balayage latéral pour la nature du substrat, caméra pour l'imagerie optique). Ce type de transect permet de traiter les données de façon quantitative, c'est à dire qu'il permet une estimation fiable des surfaces ainsi qu'un calcul de densités (si les organismes sont identifiables sur les enregistrements vidéo ou les photos.).



Sur paroi verticale : acquisition d'images en continu perpendiculairement au substrat, avec caméra en position frontale (déplacement en crabe du ROV) ou caméra en position latérale (déplacement du ROV parallèlement à la paroi avec distance constante).



Post traitement : création de mosaïques qui permettent de cartographier les taux de couverture des espèces structurantes sur un site.



(Lessard-Pilon et al. 2010)

L'acquisition de la donnée doit être réalisée en continu (vidéos ou photos se chevauchant partiellement). Pour une navigation plus aisée les transects seront préférentiellement orientés parallèlement aux isobathes.

5.3.3 Richesse et Composition Spécifiques - Transect de Type 2

Préalable : Constitution d'une liste d'espèce, Première évaluation de la diversité
La diversité d'un habitat reflète son état général. Pour évaluer cette diversité il est nécessaire de composer la liste quasi-exhaustive des espèces présentes sur la zone. Pour constituer cette liste il faudra réaliser une ou plusieurs plongées dédiées, les navigations seront effectuées près de la faune afin de réaliser des enregistrements vidéos ou des photos de qualité pour permettre une identification faunistique des grandes comme des petites espèces. Des zooms successifs sur les organismes à déterminer seront effectués pour composer une collection complète de photos,. Des prélèvements seront aussi réalisés pour valider les identifications les plus difficiles des espèces qui prêtent à confusion ou qui sont difficilement identifiables sur vidéos.
Les transects de navigation ne seront pas forcément parallèles et ils seront stoppés en fonction des organismes rencontrés. Ce recensement permettra d'établir une liste des espèces présentes sur la zone (faciès ou substrat). Ce type d'acquisition de données fait partie de la phase "**Besoin de connaissance**" préalable au suivi opérationnel des écosystèmes.

Suivi opérationnel : majorité des espèces identifiées : Suivi de la diversité

Le suivi opérationnel sera effectué à l'aide de transects vidéos qui seront effectués en vue de reconnaître et de comptabiliser les espèces présentes sur une liste pré-établie pour la zone. Ils seront effectués selon des trajets prédéfinis, à altitude constante afin que la surface échantillonnée soit connue. Ces trajets de navigation devront permettre une acquisition de données et un effort d'identification standardisés qui soient reproductibles.

La surface échantillonnée, si elle ne peut pas être la surface totale de l'habitat, devra tout de même approcher des 50%.

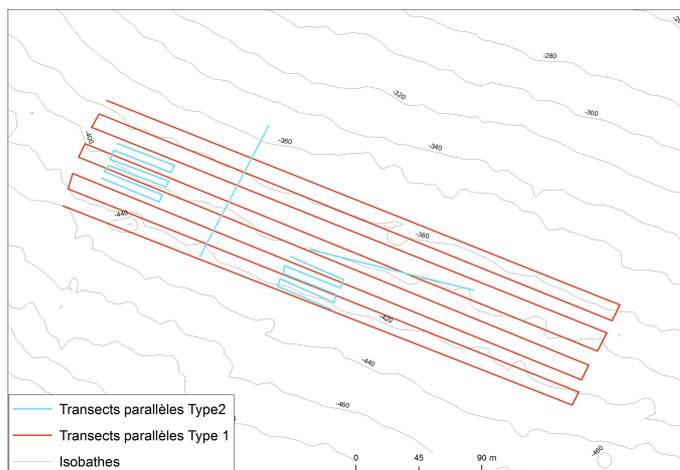
Réglage de l'optique:

La surface de substrat échantillonnée par une prise de vue de la caméra ou l'appareil photo doit être connue et constante au cours du transect afin que les calculs de surface soient possibles et reproductibles.

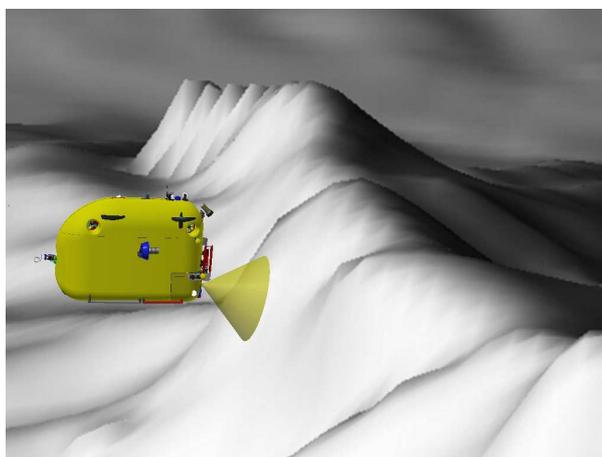
Le champ de vision pour une caméra ou un appareil photo doit être réglé pour couvrir une certaine surface et ne plus changer au cours du transect. Cela implique deux choses:

- La distance de l'engin par rapport à la cible à cartographier (le fond ou la paroi verticale) doit être constante (voir les consignes de navigation, altitude constante).
- L'angle (PAN et TILT) de la caméra (ou de l'appareil photo) ainsi que la focale (zoom) doivent être fixes pendant tout le transect.

Tous les paramètres doivent être enregistrés dans les fichiers de navigation.

Consignes de navigation:

Une grille de transects parallèles permet de cartographier finement un habitat, dépendamment de l'altitude de navigation et des capteurs utilisés (sondeur multifaisceaux pour la bathymétrie et la réflectivité, sondeur à balayage latéral pour la nature du substrat, caméra pour l'imagerie optique). Ce type de transect permet de traiter les données de façon quantitative, c'est à dire qu'il permet une estimation fiable des surfaces ainsi qu'un calcul de densités (si les organismes sont identifiables sur les enregistrements vidéo ou les photos.).



Sur parois verticales : acquisition d'images en continu perpendiculairement au substrat, avec caméra en position frontale (déplacement en crabe du ROV) ou caméra en position latérale (déplacement du ROV parallèlement à la paroi avec distance constante).

5.3.4 Morphologie et état des colonies - Transect de Type 3

L'état des colonies de cnidaires (substrat meuble ou substrat dur) sera évalué visuellement, à partir des vidéos. Pour cela l'acquisition des enregistrements vidéos devra être réalisé dans cet objectif. Sachant qu'il faudra pouvoir classer les colonies en fonction de leur état de nécrose (>25%), de leur parasitisme (>25%), de leur état général (étouffement par des macrodéchets, colonies partiellement cassées, colonies mortes sur place, colonies tombées).

Cette évaluation de l'état des colonies implique de zoomer sur les colonies pour observer les parasites, mais **sans dévier du trajet défini**. Les transects de navigation seront si possible mais pas forcément parallèles, ils seront stoppés en fonction des organismes rencontrés. La surface de l'habitat échantillonnée, si elle ne peut pas être la surface totale, devra tout de même approcher les 50%, et tous les individus d'une même espèce rencontrés au cours de la navigation devront être qualifiés en fonction de leur état.

Liste de critères à comptabiliser lors du dépouillement des vidéos pour l'évaluation de l'état des colonies de cnidaires

Critères	Occurrences
Colonies en bon état	
Colonies partiellement nécrosées > 25 % de la colonie	
Colonies partiellement parasitées > 25 % de la colonie	
Colonies mortes en place	
Colonies recouvertes par sacs plastiques	
Colonies étranglées par un engin de pêche (bout, fil, filet)	
Colonies partiellement cassées	
Colonies détachées, déplacées	

Afin que l'état des colonies soit comptabilisé sur une surface approximative (50% de l'étendue par exemple) il faudra que cette surface puisse être estimée. Même si la surface n'est pas exacte, il faudra que le trajet suivi au cours de cette plongée de type 3 soit reproductible pour un suivi annuel par exemple (transects parallèles ou un long transect rectiligne qui coupe l'étendue).

Réglage de l'optique:

La seule chose indispensable est l'utilisation du zoom pour quantifier l'état de nécrose ou de parasitisme de chaque colonie. L'état des colonies ne sera pas évalué en temps réel, il faudra donc que chaque colonie soit prise en photo avec les lasers comme échelle (cela permettra de d'utiliser ces enregistrements vidéos pour la structure de taille de la population).

Tous les paramètres des caméras et de la navigation doivent être enregistrés dans les fichiers de navigation.

Consignes de navigation:

Il faudra que le trajet effectué par le submersible soit réalisé sur une zone présentant des colonies de cnidaires.

Des réplicas pourront être effectués afin d'évaluer un état statistiquement robuste. Ainsi il faudra que l'état soit évalué sur différentes localités au sein du même écosystème.

La couverture devra être représentative de la surface de l'écosystème (au moins 50%).

5.4 Structure de taille d'une population (Critère 1.3) - Transect type 3

La **structure de taille** d'une population, ou l'évolution de cette structure, peut refléter un Bon Etat Ecologique ou non. Pour cette évaluation les navigations seront effectuées près de la faune afin de réaliser des enregistrements vidéos ou des photos de qualité, avec des mesures lasers indispensables, pour permettre une mesure des individus de la population rencontrés au cours de la navigation.

Les transects de navigation seront si possible mais pas forcément parallèles, ils seront stoppés en fonction des organismes rencontrés, mais **sans dévier du trajet défini**.

La surface de l'habitat échantillonnée, si elle ne peut pas être la surface totale, devra tout de même approcher les 50%, et tous les individus d'une même espèce rencontrés au cours de la navigation devront être mesurés avec les lasers.

Les enregistrements vidéos dédiés aux mesures des individus pourront être utilisés pour l'évaluation de l'état des colonies. En effet dans les deux cas, le zoom et les lasers seront utilisés ainsi que les photos en plan rapprochés.

Afin que l'état des colonies soit comptabilisé sur une surface approximative (50% de l'étendue par exemple) il faudra que cette surface puisse être estimée. Même si la surface n'est pas exacte, il faudra que le trajet suivi au cours de cette plongée de type 3 soit reproductible pour un suivi annuel par exemple (transects parallèles ou un long transect rectiligne qui coupe l'étendue).

Réglage de l'optique:

La seule chose indispensable est l'utilisation des lasers pour effectuer la mesure de chaque colonie. Les colonies ne seront pas mesurées en temps réel, il faudra donc que chaque colonie soit prise en photo avec les lasers comme échelle.

Tous les paramètres des caméras et de la navigation doivent être enregistrés dans les fichiers de navigation.

Consignes de navigation:

Il faudra que le trajet effectué par le submersible soit réalisé sur une zone présentant des colonies de cnidaires.

Des réplicas pourront être effectués afin d'évaluer un état statistiquement robuste. Ainsi il faudra que l'état soit évalué sur différentes localités au sein du même écosystème.

La couverture devra être représentative de la surface de l'écosystème (au moins 50%).

6 Conclusion

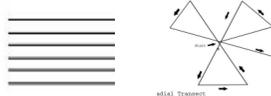
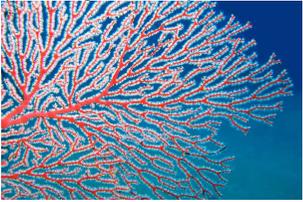
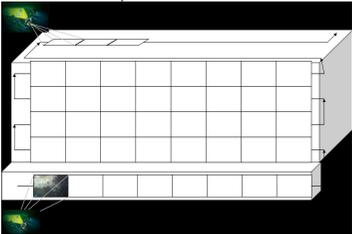
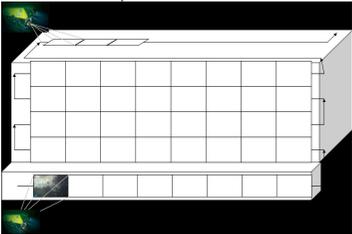
Ce guide est en adéquation avec le rapport sur la "mesure de l'état écologique des habitats benthiques du domaine bathyal à partir de l'imagerie optique (Sélection de métrique et proposition d'une stratégie de surveillance = stratégie d'échantillonnage)" (Pedel et al. 2013). Il reprend l'ensemble des métriques proposées dans le cadre de la stratégie de surveillance nationale des écosystèmes benthiques profonds.

Une validation des standards reste à faire avec les pays européens limitrophes pour élaborer une stratégie européenne.

7 Bibliographie

- Cogan R, Mitchell A, White J, Golding N (2009) Recommended operating guidelines for underwater video and photographic imaging techniques, MESH. p:1-32
- Duus R (2009) Visual seabed surveys using remotely operated and towed observation gear for collection of environmental data - development of a Norwegian standard Geohab - Marine Geological and Biological habitat mapping. (www.geohab.org)
- Fabri MC, Pedel L, Beuck L, Galgani F, Hebbeln D, Freiwald A (2013) Megafauna of the Vulnerable Marine Ecosystems in French Mediterranean Submarine canyons : Spatial Distribution and Anthropogenic Impacts. Deep-Sea Research II
- Fredj G (1964) La région de Saint-Tropez: du cap Taillat au cap de Saint-Tropez (Région A1) - Fascicule 2. Bull Inst océanogr Monaco 63 (1311A):1-55
- Hill JM, Earnshaw S, Burke C, Gallyot J (2012) Reviewing and recommending methods for determining reference conditions for marine benthic habitats in the North-East Atlantic region, Marine Ecological Survey Mtd - A report for the Joint Nature Conservation Committee, JNCC Report No. 464. p:1-105
- Huvenne VAI, Tyler PA, Masson DG, Fisher EH, Hauton C, Huehnerbach V, Le Bas TP, Wolff GA (2011) A Picture on the wall: Innovative mapping reveals cold-water coral refuge in submarine canyon. Plos One 6 (12):e28755
- Lessard-Pilon SA, Podowski EL, Cordes EE, Fisher CR (2010) Megafauna community composition associated with *Lophelia pertusa* colonies in the Gulf of Mexico. Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography 57 (21–23):1882-1890
- Maurin C (1962) Étude des fonds chalutables de la Méditerranée occidentale (Écologie et Pêche). Rev Trav Inst Pêche marit 26:163-220
- MNHN - Service des Stations marines RESOMAR Aamp (2013) Définition du programme de surveillance et plan d'acquisition de connaissances de la DCSMM: Propositions scientifiques et techniques Thématique 1, Sous la direction de Feunteun E., Guérin L. et Paillet J., Paris
- Pedel L, Fabri MC, Menot L, Van den Beld I (2013) Mesure de l'état écologique des habitats benthiques du domaine bathyal à partir de l'imagerie optique (Sélection de métriques et proposition d'une stratégie de surveillance), Ifremer, La Seyne sur Mer. p:1-41
- Reveillaud J, Freiwald A, Van Rooij D, Le Guilloux E, Altuna A, Foubert A, Vanreusel A, Roy KOL, Henriot JP (2008) The distribution of scleractinian corals in the Bay of Biscay, NE Atlantic. Facies 54 (3):317-331
- Watremez P (2012) Canyon heads in the French Mediterranean Sea - Overview of results from the MEDSEACAN and CORSEACAN campaigns (2008-2010). In: Wurtz M (ed) Mediterranean Submarine Canyons: Ecology and Governance. IUCN, Gland, Switzerland, p 105-112

Annexe : Tableau récapitulatif des différentes configurations

Critères et indicateurs concernés	1.4 Répartition des VME (Exploration, Acquisition de connaissance)	1.5 Etendue de l'habitat (Cartographie habitat)	1.6 Etat des habitats Densité Taux de couverture	1.6 Etat des habitats Diversité (richesse) Composition Taxinomique	1.6 Etat des habitats Etat des colonies 1.3 Etat des populations Structure de taille
Type de transect	Type 0 : transect Exploratoire	Type 1 :	Type 1	Type 2	Type 3
Configuration Camera/APN frontal (e)	Zoom OK	Pan tilt fixes Focale fixe	Pan tilt fixes Focale fixe	Pan tilt fixes Focale fixe	Zoom indispensables
Camera/APN vertical(e)	3 cadrages pour identification	Paramètres fixes	Paramètres fixes	Paramètres fixes	3 cadrages pour identification
Lasers	Oui	Oui	Oui	oui	oui
Video transect	Transect Exploratoire non prédéfinis	Transects parallèles ou Transects en radiales si une localité de départ connue (ex. point biblio) Reproductibles 	Transects parallèles reproductibles 	Transects parallèles reproductibles 	Non définis, si possible parallèles, couverture de l'habitat à suivre, reproductibles
Photos Num	Pour identification (3 cadrages, lasers) 	Pour mosaïques 	Pour mosaïques 	Pour identification Mais sans dévier du trajet, ni zoomer afin que le scénarios soit reproductible, couverture constante.	Pour identification, mesures (3 cadrages, lasers) 
Eloignement cible / altitude	Non défini	4 à 10 m	2 m max	Le plus proche possible	Le plus proche possible
Vitesse max					

