

Une étude comparative de la méthodologie de vidéo remorquée pour la surveillance des habitats benthiques dans les aires marines protégées

Emma Sheehan, David Rodriguez-Rodriguez, Nicola Foster, Sarah Nancollas, Sophie Cousens, Luke Holmes, Martin Attrill, Erin Pettifer, Ian Jones, Sandrine Vaz, Jean-Valery Facq, Gregory Germain



PANACHE

Suivi

Protected Area Network Across
the Channel Ecosystem

Une étude comparative de la méthodologie de vidéo remorquée pour la surveillance des habitats benthiques dans les aires marines protégées.

Suivi

Prepared on behalf of / Etabli par



by / par

Author(s) / Auteur(s) : Emma Sheehan, David Rodriguez-Rodriguez, Nicola Foster, Sarah Nancollas, Sophie Cousens, Luke Holmes, Martin Attrill, Erin Pettifer, Ian Jones, Sandrine Vaz, Jean-Valery Facq, Gregory Germain

Contact : Dr Emma Sheehan
emma.sheehan@plymouth.ac.uk

In the frame of / dans le cadre de



Axe de travail 2

Citation: Sheehan, E., Rodriguez-Rodriguez, D., Foster, N., Nancollas, S., Cousens, S., Luke Holmes, Attrill, M., Pettifer, E., Jones, I., Vaz, S., Facq, J.-V., Germain, G. 2014. Une étude comparative de la méthodologie de vidéo remorquée pour la surveillance des habitats benthiques dans les aires marines protégées. Rapport établi par l'Ifremer, le Sussex IFCA et le Marine Institute pour le projet Protected Area Network Across the Channel Ecosystem (PANACHE). Projet financé par le programme INTERREG France (Channel) – England (2007 – 2013), 49 pp.
Photo de couverture : C. Lefeuve / Agence des aires marines protégées



European Regional Development Fund
The European Union, investing in your future



Fonds européen de développement régional.
L'union Européenne investit dans votre avenir

La présente publication est soutenue par l'Union européenne (FEDER, Fonds Européen de Développement Régional), dans le cadre du programme européen de coopération transfrontalière INTERREG IVA France (Manche) – Angleterre, selon l'Objectif 4.2. « Assurer le développement environnemental durable de l'espace commun » et l'Objectif spécifique 10 « Assurer une gestion équilibrée de l'environnement et sensibiliser aux problématiques environnementales ». Son contenu est sous l'entière responsabilité du ou des auteur(s) et ne reflète pas nécessairement l'opinion de l'Union européenne.

Toute reproduction, même partielle, de la présente publication sans le consentement de son auteur est strictement interdite. La reproduction à visée non commerciale, et notamment éducative, est autorisée sans nécessiter une autorisation écrite, sous réserve que la source y figure. Toute reproduction à visée commerciale, et notamment destinée à la vente, sans autorisation écrite préalable de l'auteur est strictement interdite.

Une étude comparative de la méthodologie de vidéo remorquée pour la surveillance des habitats benthiques dans les aires marines protégées: Évaluation de la pertinence des engins et de la comparabilité des données

A comparative study of towed video methodology to monitor benthic habitats in Marine Protected Areas: assessment of gear suitability and data comparability

ABSTRACT

Underwater imagery studies are increasingly being used to identify vulnerable communities and ecosystems and help designate and manage marine protected areas (MPAs). This method also provides a valuable range of tools that can be used to assess many descriptors of the Good Environmental Status in European waters. This study tests the use of towed underwater video systems as effective, non-destructive and efficient techniques for the monitoring of marine ecological features within these especially sensitive areas. Three technically different towed video sledges were tested on different seabed types (rocky, mixed ground and sandy) in the same MPA, Kingmere Marine Conservation Zone, West Sussex, UK. Each sled was assessed to compare the different characteristics, strengths and limitations of each device with the aim of providing recommendations on their future use and comparability of data between different systems. Heavy frames are more adaptable in all kind of depth and sea conditions but proved difficult to operate on irregular grounds and were found to significantly impact the seabed. Significant differences in terms of species richness, densities or cover as well species composition were highlighted and are believed to be due to the deployment limits of each gear as well as difference in their optical specifications. Good lighting intensity, and the use of HD resolution are believed to increase the taxonomic power of the video footages. As a result from this study, particular care should be given to sledge and optics specifications when developing a middle or long term MPA monitoring programme.

KEYWORDS: Underwater imagery, towed video, MPA designation and management.

RÉSUMÉ

L'imagerie sous-marine est de plus en plus utilisée pour identifier les communautés et les écosystèmes vulnérables et pour choisir et gérer des Aires Marines Protégées (AMP). Cette méthode procure également un ensemble d'outils qui peuvent être utilisés pour évaluer plusieurs descripteurs du bon état environnemental dans les eaux européennes. Cette étude examine l'utilisation d'engins de vidéo sous-marine remorqués en tant que technique efficace et non destructive pour la surveillance d'attributs écologiques marins dans des zones particulièrement sensibles. Trois traineaux vidéo remorqués techniquement différents ont été testés sur différents fonds (rocheux, mixte et sableux) dans la même AMP : Kingmere Marine Conservation Zone, West Sussex, UK. Chaque traineau a été évalué pour comparer les différentes caractéristiques, les points forts et les limites de chaque engin de façon à émettre des recommandations sur leurs futurs usages et sur la comparabilité des données obtenues par chaque système. Les traineaux lourds sont plus adaptables dans toutes conditions de profondeurs et de mer mais ils sont difficiles à utiliser sur des fonds irréguliers et impactent significativement les fonds. Des différences significatives en termes de richesse spécifique, de densité ou couverture ainsi qu'en termes de composition ont été soulignées et sont probablement dues aux limites de déploiement de chaque engin ainsi qu'aux différences dans leurs spécifications optiques. Une bonne intensité d'éclairage, et l'utilisation de résolution HD ont certainement permis d'accroître la résolution taxonomique des vidéos. Aux vues de cette étude, un soin particulier devrait être porté aux choix des spécifications physiques et optiques du traineau si l'objectif est la mise en place d'un programme de suivi d'AMP sur le moyen ou long terme.

MOTS-CLÉS : Imagerie sous-marine, vidéo remorquée, choix et gestion d'AMP



Sommaire

Motivation	5
I. Introduction	6
1.1. Évolution de l'imagerie sous-marine	6
1.2. Utilisations de l'imagerie sous-marine.....	6
II. Matériels et méthodes.....	8
2.1. Comparaison des techniques d'imagerie sous-marine existantes pour la surveillance des AMP 8	
2.1.1. Techniques d'imagerie sous-marine les plus utilisées.....	8
2.2. Comparaison des trois systems de Vidéo sous-marine remorquée (TUV, Towed Underwater Video) testés	10
III. Essai de terrain afin d'évaluer l'utilisabilité, la comparabilité des données et l'impact entre les TUV	16
3.1. Matériels et méthodes	16
3.1.1. Conception de l'étude.....	16
3.1.2. Analyse vidéo	18
3.1.3. Analyse des données	20
3.1.4. Évaluation de l'impact.....	21
3.2. Résultats de l'essai de terrain	23
3.2.1. Utilisabilité des engins	23
3.2.2. Résultats de l'échantillonnage.....	24
3.2.3. Données d'impact provenant de la capture GoPro	32
IV. Méthodologie recommandée	35
4.2. Enseignements tirés et recommandations	35
4.2.1. IFREMER.....	35
4.2.2. IFCA.....	38
4.2.3. MI.....	40
4.3. Conclusions.....	41
V. Remerciements	42
Références.....	43
Annexes	46
Annexe 1: Carastéristiques détaillées de la MCZ de Kingmere	46
Annexe 2: Questions de transférabilité	49



Motivation

Le projet Protected Area Network Across the Channel Ecosystem (PANACHE, 2014) a pour objectif d'améliorer la compréhension et la gestion du réseau d'aires marines protégées (AMP) dans la Manche anglaise (La Manche) par le biais d'actions conjointes entre des organisations françaises et anglaises.

Ce rapport a été établi pour l'axe de travail 2 (WP2) du projet concernant le développement et l'essai de techniques de surveillance innovantes pour les AMP.

Les lois et politiques nationales (gouvernement britannique, 2009 ; Code de l'Environnement, 2013) et internationales (CDB, 1992 ; OSPAR, 1992 ; UE, 1992; UE, 2000 ; CDB, 2004 ; UE, 2008) actuelles établissent la nécessité de surveiller l'état des environnements marin et côtier. En outre, la complexité inhérente à la surveillance des caractéristiques sous-marines et au manque de ressources financières pour la gestion environnementale (Ehler 2003) rend nécessaire le développement d'outils économiques pour la surveillance des caractéristiques marines d'importance particulière en matière de conservation.

Cette étude teste l'utilisation de dispositifs vidéo sous-marins remorqués comme techniques efficaces et non destructrices de surveillance de caractéristiques écologiques marines au sein de ces zones particulièrement sensibles. Trois traîneaux vidéo remorqués techniquement différents ont été testés sur différents types de fond marin (rocher, substrat mixte et sable) dans la même AMP, la Zone de conservation marine (MCZ) de Kingmere, Ouest du Sussex, Royaume-Uni. Les traîneaux ont été évalués afin d'en comparer les différentes caractéristiques, ainsi que pour déterminer les points forts et les limites de chaque dispositif. Cette étude a pour objectif d'aboutir à des recommandations sur leurs futurs usages, ainsi que de fournir une comparabilité des données obtenues entre les systèmes.

Le travail décrit ici est le résultat d'un effort collaboratif entre trois partenaires du projet : le Plymouth University Marine Institute (MI) (Angleterre, partenaire principal), l'Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer (IFREMER) (France), et les Autorités de conservation et de pêche côtière du Sussex (IFCA) (Angleterre).



I. Introduction

1.1 Évolution de l'imagerie sous-marine

Les prémices de l'imagerie sous-marine remontent à la fin du dix-neuvième siècle avec les débuts de la photographie sous-marine. Cependant, les mesures par photographie et vidéo ont vraiment débuté dans les années 1940 et 50 (Solan et al, 2003, Shortis et al, 2007, Mallet et Pelletier, 2014). Les premiers essais scientifiques sur le terrain étaient souvent limités à des études géologiques car l'imagerie sous-marine était essentiellement utilisée dans des systèmes d'imagerie acoustique de vérification au sol pour la caractérisation des fonds marins (Smith et Rumorh, 2013 in Eleftheriou 2013). Depuis les années 1990, l'évolution de la technologie a réduit le coût et la taille de l'équipement. La vidéo sous-marine est de plus en plus utilisée dans le domaine de la biologie marine (Jonhson et al 2009, Shortis et al., 2007, Dahms et Hwang, 2010, Mallet et Pelletier, 2014).

Pour de telles applications, il est possible de réaliser des vidéos à l'aide de « caméras immergées » afin de produire une imagerie fixe de plusieurs petites zones sur le fond marin où chaque image fixe représente un échantillon vidéographique du fond, à l'aide d'une unité remorquée avec enregistrement vidéo en continu le long d'un transect (Grizzel et al, 2008, Rooper, 2008, Tran, 2013), ou en utilisant des véhicules télécommandés (ROV, Remotely Operated Vehicles), des véhicules sous-marins autonomes (AUV, Autonomous Underwater Vehicles) ou des submersibles habités (Fabri et al., 2013). De telles études peuvent se développer pour aborder la caractérisation et la répartition des assemblages épifaunaux benthiques, où la densité, l'activité ou la biodiversité globale des espèces cibles peut être explorées à l'aide de la vidéo sous-marine (Manchan et Fedra, 1975 ; Patterson, 1984 ; Hugues and Atkinson, 1997).

1.2 Utilisations de l'imagerie sous-marine

Les pressions humaines sur les ressources marines naturelles et la demande en services écologiques marins demeurent excessives et les effets nocifs sur les écosystèmes marins vulnérables sont désormais reconnus dans le monde entier (Fabri et al, 2013). L'imagerie sous-marine peut donc être utilisée afin de cartographier et de quantifier divers indicateurs de l'impact de l'homme sur les habitats marins tels que l'impact des déchets anthropogéniques, du matériel de pêche perdu, ainsi que les effets du chalutage et du dragage (Fabri et al, 2013 ; Carbines and Cole, 2009 ; Smith et al, 2007 ; O'Neil et al, 2009).

Pour la gestion des stocks marins, il est nécessaire d'établir des stratégies appropriées de gestion des ressources basées sur des estimations précises de la taille et de la



structure des populations, ainsi que de la diversité des communautés. L'imagerie sous-marine est de plus en plus considérée comme un nouvel outil d'échantillonnage non destructif servant à évaluer l'abondance et la taille des poissons pour la gestion des stocks marins. Des observations *in-situ* à l'aide d'ensembles de caméras immergées et remorquées, de submersibles ou de systèmes opérés par un plongeur ont été mises en place dans cette optique. Des applications classiques de la vidéo sous-marine ayant pour objectif l'évaluation de la taille et de la densité des populations comprenaient principalement l'étude des invertébrés benthiques exploités, tels que les coquillages et les crustacés (Larocque et Thorne, 2012, Rozenkranft et Byerdorfer, 2004 ; Watanabe, 2002). Afin de surmonter les difficultés liées à la fiabilité de l'utilisation de mesures vidéo-graphiques pour les organismes à réaction rapide, de nombreuses techniques ont été déployées pour étudier les poissons, chacune ayant ses avantages et ses inconvénients. L'enregistrement de vidéos par le plongeur remplace peu à peu les études de recensement visuelles des débuts dans les zones peu profondes (Pelletier et al. 2013, Holmes et al. 2013, Tessier et al., 2013). Des ROV à faible coût (Norcross et Mueter, 1999) ou des traîneaux de caméras remorqués sont souvent favorisés pour l'étude de l'association des poissons benthiques au fond marin (Spencer et al., 2005 ; Stoner et al, 2007 ; Shucksmith et al., 2006). Les systèmes remorqués maintenus près du fond peuvent également être utilisés pour les poissons démersaux et être déployés de jour comme de nuit en fonction du comportement des poissons (Morisson et Carbine, 2006 ; Assis et al, 2008 ; Shanner et al., 2009). Les caméras immergées n'offrent généralement qu'une faible couverture spatiale, ce qui réduit leur utilité pour la surveillance d'espèces extrêmement mobiles. Afin de surmonter cette difficulté, des caméras équipées de leurres pour attirer les poissons carnivores ont également été utilisées, bien que leur influence sur l'assemblage en matière de comportement et d'observations soit bien reconnue par ses utilisateurs (Stobbart et al., 2007, Watson et al. 2010 ; Langlois et al., 2010). Par conséquent, cette technique est encore souvent mutualisée avec les observations de plongeurs. Cependant, de nouvelles améliorations de la méthode d'immersion ont été proposées, telles que l'utilisation d'un système rotatif qui permet d'augmenter le champ d'observation tout en ayant un faible impact sur le comportement des poissons et le reste de la faune (Pelletier et al. 2012 ; Mallet et al., 2014).

De plus, les études d'imagerie sous-marine sont de plus en plus utilisées à des fins d'identification des communautés et des écosystèmes vulnérables, ainsi que d'aide à la désignation et à la gestion d'Aires marines protégées (AMP) (Fabri et al, 2013, Larocque et Thorne, 2012). La capacité à identifier et à surveiller les changements écologiques et spatiaux au sein d'une AMP donnée est essentielle à la gestion de la conservation (Tran, 2013). Des programmes de surveillance vidéo économiques des AMP sont en cours de développement afin de détecter les effets de la gestion sur les habitats (Sheehan et al., 2013), ainsi que sur l'abondance et sur la taille des poissons (Assis et al. 2008, Teissier et al., 2013). Ces programmes permettront ainsi aux gestionnaires d'évaluer et d'adapter leurs politiques (Stevens et al., 2013). Étant donné que le budget alloué à l'étude des AMP est limité (Ehler 2003), il est important que les informations collectées soient économiques et puissent



être partagés entre les utilisateurs potentiels (c.-à-d. les organisations, les régions et les pays). Les données vidéo peuvent être archivées et peuvent donc être utilisées ultérieurement dans d'autres applications.

Cette méthode offre également un précieux ensemble d'outils qui peut être utilisé afin d'évaluer de nombreux descripteurs du Bon état écologique dans les eaux européennes, tels que : la diversité biologique (1), les espèces non indigènes (2), les populations de poissons/coquillages exploités commercialement (3), l'intégrité des substrats marins (6), l'altération des conditions hydrographiques (7) ou les déchets marins (10) (UE, 2008). L'effet biologique des AMP peut être évalué par la surveillance de la densité et de la biomasse de certaines espèces en particulier ou par le développement de certains indicateurs de biodiversité pour la santé et le fonctionnement des écosystèmes (Tessier, 2013).

II. Matériels et méthodes

2.1. Comparaison des techniques d'imagerie sous-marine existantes pour la surveillance des AMP

2.1.1 Techniques d'imagerie sous-marine les plus utilisées

Les Aires marines protégées (AMP) sont de plus en plus considérées comme un outil de gestion de la conservation de la biodiversité marine et d'autres ressources, ainsi que comme un outil de prévention des dégradations de l'environnement (Hilborn et al 2004). Dans les eaux tropicales et méditerranéennes, le recensement sous-marin visuel est couramment utilisé pour la surveillance des AMP (Pelletier et al., 2011 ; Tessier, 2013). Cependant, des études optiques de bonne qualité sont nécessaires à la surveillance des AMP où il n'est pas possible d'effectuer une plongée à l'air en toute sécurité ou dans des conditions moins favorables (Seiler, 2013).

Comparé à d'autres plateformes de capture de vidéos sous-marines à des fins de cartographie des habitats, tels que les véhicules sous-marins autonomes (AUV, Autonomous Underwater Vehicles), les véhicules télécommandés (ROV, Remotely Operated Vehicle), les submersibles habités ou les vidéos prises par des plongeurs, les méthodes de vidéo remorquée présentent certains avantages. La technologie nécessaire à la création d'un simple traîneau de caméras est facilement accessible pour un professionnel non formé. Un simple traîneau de caméras peut être construit, déployé et entretenu pour un coût bien moindre que les AUV, les ROV et les submersibles habités. Lorsque les composants sont simples, les traîneaux de caméras peuvent être facilement entretenus et actualisés avec des avancées technologiques (c.-à-d. un passage à la haute définition depuis des caméras analogiques) ou des objectifs de projet changeant (c.-à-d. passage d'applications de cartographie à une estimation de la densité des poissons) (Rooper et al 2008). En outre, il présente l'avantage d'un temps de présence illimité au fond et peut surveiller de plus grandes étendues de substrat marin par



comparaison avec la plongée à l'air (Tran, 2013) ou les caméras immergées. Lorsque la clarté de l'eau n'est pas un facteur limitant, la vidéo remorquée permet d'obtenir une image facile à interpréter et à traiter, tout en ayant pas ou peu recours à une vérification au sol (Grizzel et al, 2008). La taille de ces traîneaux n'est limitée que par la capacité à les déployer et à les récupérer sans problème en mer, et ils peuvent être conçus de taille suffisamment petite pour un déploiement depuis un navire de petite taille. Ils sont généralement assez grands pour que des équipements et des capteurs accessoires puissent être facilement ajoutés au boîtier. Des traîneaux de caméras correctement conçus sont également résistants aux dommages provoqués par une collision avec des éléments sur le fond marin et par d'autres mauvaises conditions en mer car les composants importants (les caméras, les éclairages, etc.) sont enfermés dans un cadre protecteur. Les traîneaux de caméras peuvent également être conçus pour être plus résistants aux forts courants que les ROV et les submersibles habités.

La conception la plus utilisée pour les vidéos remorquées sous-marines est un système de contact avec le fond à l'aide de patins. Un tel système est souvent lourdement lesté afin de le garder en contact avec le substrat marin et les caméras sont généralement montées avec visée vers l'avant dans le cadre du traîneau afin de protéger l'équipement vidéo des dommages (Manchan et Fedra, 1975 ; Patterson, 1984 ; Hugues et Atkinson, 1997 ; Larocque et Thorne, 2012, Spencer et al., 2005 ; Stoner et al, 2007 ; Shucksmith et al., 2006). La stabilité de la plateforme des traîneaux en contact avec le fond permet de déterminer la taille du champ de vision de la caméra. Cependant, ce type de traîneau est souvent limité aux substrats marins lisses et, lorsque le fond est irrégulier, il peut facilement se retrouver piégé par des obstacles ou entrer en collision avec les fonds marins (Sheehan et al. 2010).

La seconde conception de traîneau utilisée et disponible est un traîneau déployé sur le fond (voir par exemple Sheehan et al. 2010). Un tel traîneau est suspendu juste au-dessus du substrat marin par l'équilibre entre le poids et la flottaison, avec une chaîne de halage qui maintient le contact avec le fond marin afin qu'il parvienne à une flottaison naturelle à une hauteur donnée au-dessus du fond. Le traîneau est généralement remorqué à faible vitesse ou il dérive avec les courants principaux. Les caméras sont généralement encastrées dans le cadre du traîneau avec le viseur vers l'avant ou le fond. L'avantage de ce type de système est qu'il peut être conçu pour travailler sur des substrats marins irréguliers ou accidentés et a peu d'impact sur ces derniers. Ces systèmes sont plus difficiles à déployer étant donné qu'un réglage du système est nécessaire au calibrage du traîneau afin de maintenir une hauteur constante au-dessus du fond marin (Rooper, 2008).

Enfin, une conception remorquée entièrement suspendue a également été développée aux seules fins du recensement des poissons. Ces systèmes très légers et économiques ne sont généralement équipés que d'une caméra à viseur vers le bas, associée ou non à un altimètre, fixée sur un corps en forme de nageoire (Carabine et Cole 2009, Shanner 2009). Une telle conception n'est pas forcément très utile pour l'étude des habitats benthiques et est limitée aux eaux peu profondes étant donné qu'il n'est pas équipé d'un éclairage.



2.2 Comparaison des trois systèmes de Vidéo sous-marine remorquée (TUV, Towed Underwater Video) testés

Nous présentons ici les trois systèmes de Vidéo sous-marine remorquée (TUV, Towed Underwater Video) pour comparaison. Le plus grand est un traîneau benthique avec deux patins de contact, le Pagure, financé par le projet PANACHE, en cours d'essai par l'IFREMER. Le traîneau le plus petit fonctionne également sur deux patins et est en cours d'essai par l'Autorité de conservation et de pêche côtière (IFCA) du Sussex. Le troisième traîneau est un dispositif suspendu équipé d'une chaîne de halage et est en cours d'essai par le Plymouth University Marine Institute (MI) (Fig. 1).

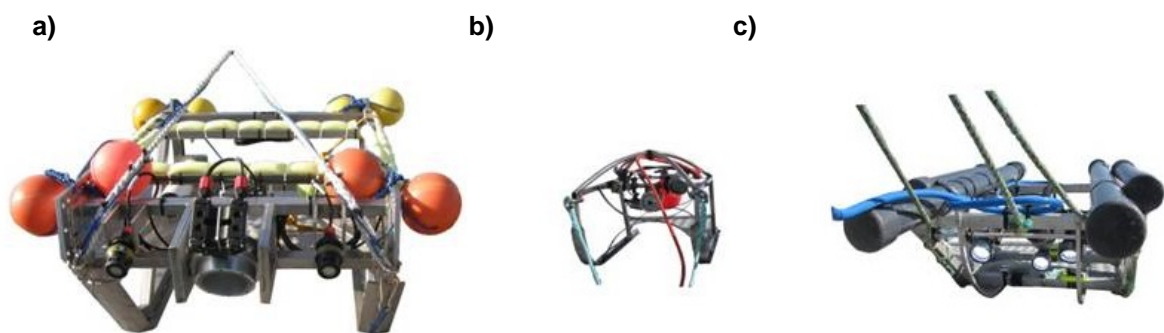


Fig.1. Comparaison à une échelle approximative des trois, a) IFREMER, b) IFCA, c) MI.

L'utilisabilité, l'évaluation de l'impact et la comparabilité des données ont été comparés lors d'une étude de terrain pour le projet PANACHE. Nous allons d'abord procéder à une description détaillée de chaque traîneau, puis nous résumerons leurs caractéristiques techniques dans un tableau (voir Tableau 1).

a) Engin lourd remorqué démersal de l'IFREMER

Dans le contexte d'un besoin sans cesse grandissant de caractérisation et de surveillance des habitats benthiques, à la fois à des fins de fournir une approche écosystémique à la gestion des pêcheries et à la surveillance de la biodiversité, le développement d'un outil d'imagerie sous-marine, capable d'être déployé opportunément sur des études d'évaluation des stocks en cours, a été envisagé. Un tel engin devrait être capable de faire face à tous les types de condition en mer, de courant et de profondeur qui se produisent généralement lors d'études scientifiques régulières de chalutage du fond sur le plancher continental européen (c.-à-d. jusqu'à 600 m de profondeur). Il doit également être suffisamment facile à faire fonctionner pour qu'il ne soit pas nécessaire de recourir à un personnel qualifié, et il ne doit pas être trop encombrant afin d'être mis à bord de navires de recherche ou de surveillance d'assez petite taille (> 15 m) en tant qu'équipement

complémentaire. L'efficacité optique de l'engin en termes de recensement quantitatif devrait être telle que des indices de biodiversité et de densité précis puissent être établis dans la plupart des conditions. Enfin, sa conception doit être suffisamment flexible afin de pouvoir rester au fait des avancements en matière d'imagerie digitale.

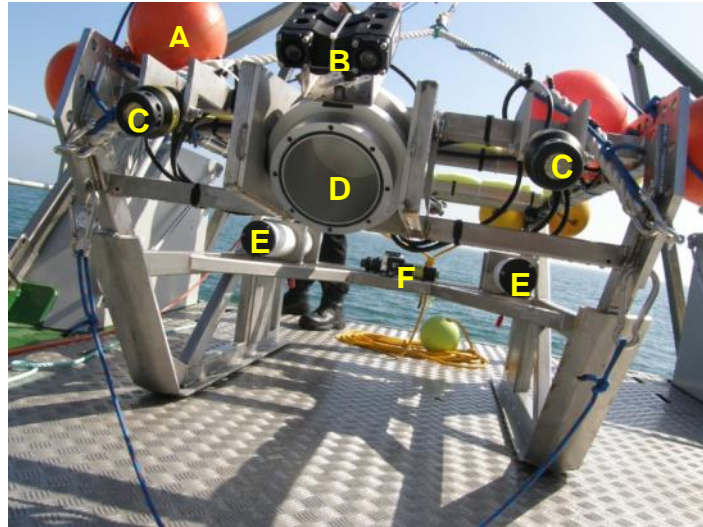


Fig.2. TUV d'IFREMER. A = Flotteurs, B = Lasers, C = Éclairage à LED, D = Boîtier de la caméra, E = Générateurs, F = GoPro et lumière.

Le système, baptisé « PAGURE » (Fig. 2.), a été conçu comme un traîneau benthique remorqué sur le fond marin afin de s'assurer que la superficie surveillée soit relativement constante dans toutes les conditions en mer. Ce système tracté ne cible principalement que les zones « chalutées ou chalutables » et a peu d'impact sur de tels fonds marins car seuls les deux patins de 12 cm de largeur sont en contact avec le sol. De plus, son poids initial dans l'eau est d'environ 150 kg et peut être encore réduit par l'ajout de bouées. Il est capable d'étudier une large gamme d'habitats, depuis des petits rochers et cailloux, jusqu'à la vase, et il peut également être utilisé comme cadre fixe sur un socle rocheux et dans des zones de grands rochers. Le système n'est pas relié électriquement à la surface et ne nécessite qu'une corde ou un câble de remorquage pour fonctionner. L'objectif de la caméra se trouve 55 cm au-dessus du fond marin, ce qui est suffisamment près pour identifier de nombreuses espèces méga- et macro-épibenthiques de visibilité variable, mais offre également un champ de vision suffisamment large pour une description des habitats. Le système de vidéo HD comprend un boîtier en aluminium anodisé allant jusqu'à 600 m de profondeur capable de contenir n'importe quel caméscope disponible dans le commerce (ici, un Panasonic HC-V700 HD 1920x1080 p -50 fps, avec une carte SD de 32 Go permettant d'enregistrer pendant jusqu'à 3 heures) positionné à un angle oblique de 35° par rapport à l'horizontal. Deux éclairages à LED (LED SeaLite® Sphere en immersion, SLS 5100, 20/36 V, 80 W, 5000 Lumens) sont fixés sur le traîneau de chaque côté de la caméra avec un angle de convergence approprié ciblant la totalité du champ de vision de la caméra afin d'éviter la réflexion des particules d'eau devant le caméscope et de projeter des ombres sur le champ d'étude. Deux pointeurs laser (SeaLasers® 100, longueur

d'onde 532 nm Vert) écartés de 10 cm (SeaLasers® 100 Dualmount) ont également été fixés au-dessus du boîtier de la caméra afin de permettre une mesure de taille du biote observé. Les éclairages et le laser sont reliés à deux générateurs subCtech Li-Ion (25 Ah, 24V, ~3 h d'autonomie). Une caméra orientée vers l'arrière Hero 2 GoPro a été attaché afin d'évaluer les dégâts causés par le TUV sur l'habitat benthique.

b) Système à éclairage remorqué démersal de l'IFCA du Sussex

Pour l'étude actuelle, l'IFCA du Sussex a essayé leur nouveau système de vidéo sous-marine remorquée (TUV) (Fig.3.), acquis spécifiquement pour la surveillance d'AMP inshore et la collecte de preuves des mesures de gestion en place au sein de leur zone. Le TUV comprend un petit système de traîneau en acier inoxydable (I = 830 mm, L = 495 mm, H = 430 mm), conçu par Salacia Marine et fabriqué par C-Mor Marine. Une caméra Seacam en couleur à angle ultra-large, un éclairage à LED pour une meilleure définition et de meilleures couleurs et des lasers écartés de 20 cm pour l'échelle sont fixés sur le traîneau, à un angle oblique par rapport au fond marin. La liaison ombilicale est reliée en surface à un terminal de système RovTech comprenant une alimentation, un contrôle de l'éclairage, un appareil d'enregistrement et un flux GPS. Ceci permet de visionner en temps réel à la surface les images capturées. Une caméra GoPro orientée vers l'arrière a également été fixée au traîneau afin de permettre d'évaluer l'impact de l'engin sur le fond marin.

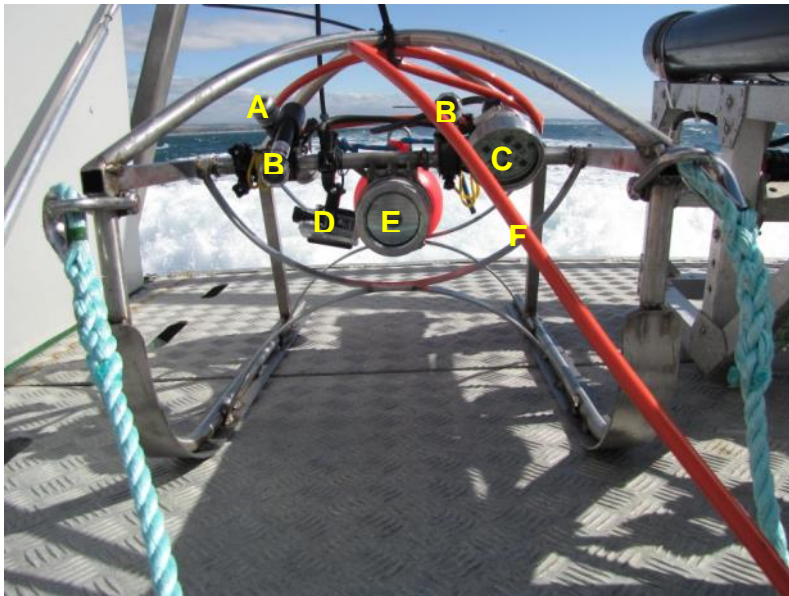


Fig.3. TVS remorqué au fond de l'IFCA. A = Éclairage GoPro, B = Lasers, C = Éclairage à LED, D = GoPro, E = Caméra et boîtier, F = Liaison ombilicale.

Le déploiement du TUV de l'IFCA du Sussex est simple et ne nécessite qu'un minimum de personnel et de formation. La légèreté de la conception signifie qu'une seule personne est requise à bord pour le déploiement et la récupération, avec un navigateur et une personne supplémentaire au poste de commande afin de surveiller la capture et d'enregistrer les données.

Le TUV est conçu pour être remorqué le long du fond marin et la caméra est suffisamment près pour identifier l'épi-faune et la flore étranges et donc, des zones de biotope à partir de plans figés. Le système peut être utilisé sur une variété de substrats, comme des sédiments fins ou des fonds rocheux, des galets ou de petits rochers, mais reste vulnérable aux aspérités ou risque d'être retourné sur des zones de rochers plus importants. Ce petit TUV est conçu pour la surveillance des AMP inshore dans des eaux moins profondes car une grande partie des sites du Royaume-Uni se trouve en région inshore.

c) Dispositif suspendu du MI

Une caméra vidéo Haute Définition (HD) a été fixée sur un dispositif suspendu remorqué afin d'étudier les communautés benthiques (Fig.4.) (les méthodes détaillées sont décrites dans Sheehan et al. 2010 adapté de Stevens et Connolly 2005). Le système flotte au-dessus du fond marin et sa profondeur est contrôlée à l'aide d'un contrepoids entre le bateau et le traîneau, et une longueur de corde qui agit en tant que liaison de sécurité entre le traîneau et une chaîne de halage. Le système suspendu est relativement non destructif, ce qui est important pour l'échantillonnage des aires protégées, et est capable d'étudier un certain nombre d'habitats, depuis les fonds rocheux et les rochers jusqu'aux sédiments, sans s'y accrocher. La hauteur du traîneau peut être adaptée aux exigences de l'étude et à la visibilité dans l'eau. Le système vidéo HD comprend une caméra (caméra Surveyor-HD-J12 couleur avec zoom, en titanium, allant jusqu'à 6000 m de profondeur, 720p) positionnée à un angle oblique par rapport au fond marin, trois éclairages à LED (LED sous-marine Bowtech Products limited, LED-1600-13, 1600 Lumen) fixés au dispositif devant la caméra afin de fournir une meilleure définition et une meilleure coloration des images, une mini sonde CTP (Valeport Ltd) et deux pointeurs laser (longueur d'onde de 532 nm, Vert) écartés de 30 cm. Le traîneau est attaché par une chaîne de halage qui peut être modifiée pour ajuster la hauteur du traîneau par rapport au fond marin. La liaison ombilicale est reliée à la surface à une unité d'alimentation/contrôle du courant Bowtech System, qui permet de contrôler la caméra, la mise au point, le zoom et l'ouverture, ainsi que l'intensité de l'éclairage. Le traîneau est facile à déployer à l'aide de deux à trois personnes, et il est préférable d'utiliser un treuil pour le récupérer.



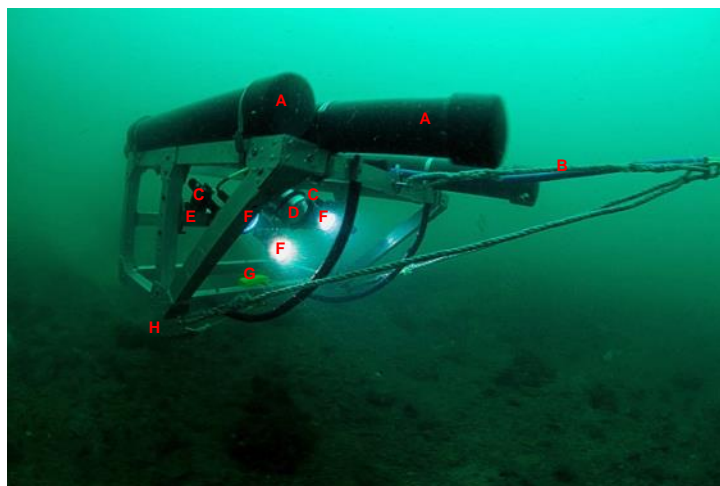


Fig.4. Dispositif suspendu du Marine Institute. A = Flotteurs, B = Liaison ombilicale, C = Lasers, D = Caméra HD et boîtier, G = Poids, H = Chaîne de halage.

Tableau 1. Caractéristiques techniques des trois systèmes de vidéo remorqués (TUV) qui ont été testés.

Caractéristiques	IFREMER	IFCA	Marine Institute
Nom	Pagure : Système lourd remorqué démersal	Système à éclairage remorqué démersal	Dispositif suspendu : flottant avec chaîne de halage
Caméra	Panasonic HC-V700 HD (1080p) movies	Système de caméra portable RovTech RSL. Caméra grand angle Seacam (480p) (couleur), définition standard. Prof. Max. : 150 m.	Bowtech HD réglé à 720p zoom et mise au point contrôlables en surface. Prof. max. : 6000 m
Éclairages	2 x Projecteur LED SeaLite® Sphere de Deep Sea Power and Light Corps. Prof. Max. : 6000 m	1 x éclairage à LED Rovtech Seabeam Ultra. Prof. Max. : 150 m	3 x éclairages à LED Bowtech avec intensité lumineuse réglable en surface Prof. Max. : 3000 m
Lasers	2 x SeaLaser® 100-5 (vert), 532 nm, < 5mW. Prof. Max. : 2 000 m	2 x lasers Trident SCUBA (rouge). Prof. max. : 50 m	2xZ-Bolt SCUBA-1 (vert) Prof. max. : 60 m
Sonde CTP	Aucune	Aucune	Mini sonde CTP Valeport Prof. max. : 500 m

Cadre	Traîneau en acier inoxydable conçu par l'IFREMER plus boîtier en aluminium anodisé fabriqué par BARON Productique (France). Contact avec le fond marin : 2 patins	Fabriqué par C-Mor Marine. Basé sur la conception de Salacia Marine / Seafish en acier inoxydable. Contact avec le fond marin : 2 patins	Section de boîtier de 40 mm en aluminium, avec des tubes de ballast pour le soulever au-dessus du fond marin. Fabriqué par la Plymouth University. Contact avec le fond marin : 1 chaîne centrale
Connexion à la surface	Aucune	1 x 300 ft terminal de système Bowtech de la liaison ombilicale : enregistreur DVD Sony ; enregistreur à mini carte SD ; Flux GPS pour chevauchement ; contrôle de l'éclairage	1 x 200 m liaison ombilicale reliée à l'unité de contrôle Bowtech System qui permet de contrôler la caméra, la mise au point, le zoom, l'ouverture et l'intensité de l'éclairage. Celle-ci est reliée à une unité centrale et à un écran Samsung pour visualiser le flux vidéo en temps réel.
Alimentation	Générateurs subCtech Li-Ion PowerPacks (25 Ah, 24 V, ~3 h d'autonomie) qui alimente l'éclairage et les lasers	Alimentation électrique principale du bateau.	Générateur 2KVA Honda par le biais d'un système d'alimentation sans interruption de 1000 VA
Dimensions	I = 1 500 mm L = 1 100 mm H = 740 mm	Longueur = 820 mm Largeur = 495 mm	I = 1 000 mm L = 1 000 mm
Poids total	290 kg	9 kg	50 kg
Coût du système	14 000 €	12 000 €	35 000 €

III. Essai de terrain afin d'évaluer l'utilisabilité, la comparabilité des données et l'impact entre les TUV

3.1 Matériels et méthodes

3.1.1 Conception de l'étude

Afin de comparer l'utilisabilité et la comparabilité des données entre les TUV, les trois engins ont été déployés sur une période de deux semaines entre le 2 et le 13 septembre 2013. L'étude a été réalisée à l'aide du bateau de patrouille « Watchful » de 18 m de l'IFCA du Sussex (Fig.5) dans la Zone de conservation marine (MCZ) de Kingmere, un site inshore de 48 km² (Fig.6), au large de la côte ouest du Sussex. Elle comporte des récifs rocheux, des récifs affleurant de craie subtidale et des habitats sableux. Des zones spécifiques d'habitat à étudier ont été sélectionnées d'après une carte d'habitats à grande échelle (Annexe 1), un écho sondeur et les connaissances de la région du navigateur de l'IFCA. Trois types d'habitat ont été sélectionnés : rocher (surtout des fonds rocheux, mais présence de sédiments/rochers/galets), mixte (rochers et galets) et sable (surtout du sable, mais avec quelques rochers ou galets). Pour chaque type d'habitat, deux Aires au sein de la MCZ ont été sélectionnées. Dans chaque zone, trois remorquages identiques de 200 m ont été réalisés pour chaque TUV, nous permettant de comparer les vidéos entre chaque TUV (Fig.7). Les remorquages identiques étaient écartés d'une distance minimale de 350 m afin d'assurer une indépendance entre les répliques.

Afin de comparer l'utilisabilité de chaque traîneau, des critères présélectionnés ont été évalués au cours de l'essai de terrain (voir Tableau 2).

Afin d'évaluer la comparabilité des données, les variables étudiées qui suivent ont été comparées entre les vidéos prises par les trois systèmes de TUV : Nombre de taxons, Abondance (comptage des organismes), Abondance (couverture des organismes) et Composition des assemblages.

Afin d'évaluer l'impact de chaque traîneau sur le fond marin, des caméras vidéo GoPro (Hero 2) orientées vers l'arrière ont été fixées sur les TUV et les perturbations causées à chaque type d'habitat ont été évaluées à l'aide d'une échelle ordinale conçue pour cette étude appelée échelle Sheehan-Vas-Jones de perturbation (voir 3.1.4).



Fig. 5. Bateau de patrouille « Watchful » de l'IFCA du Sussex et certains membres de l'équipe d'étude sur le terrain de PANACHE.

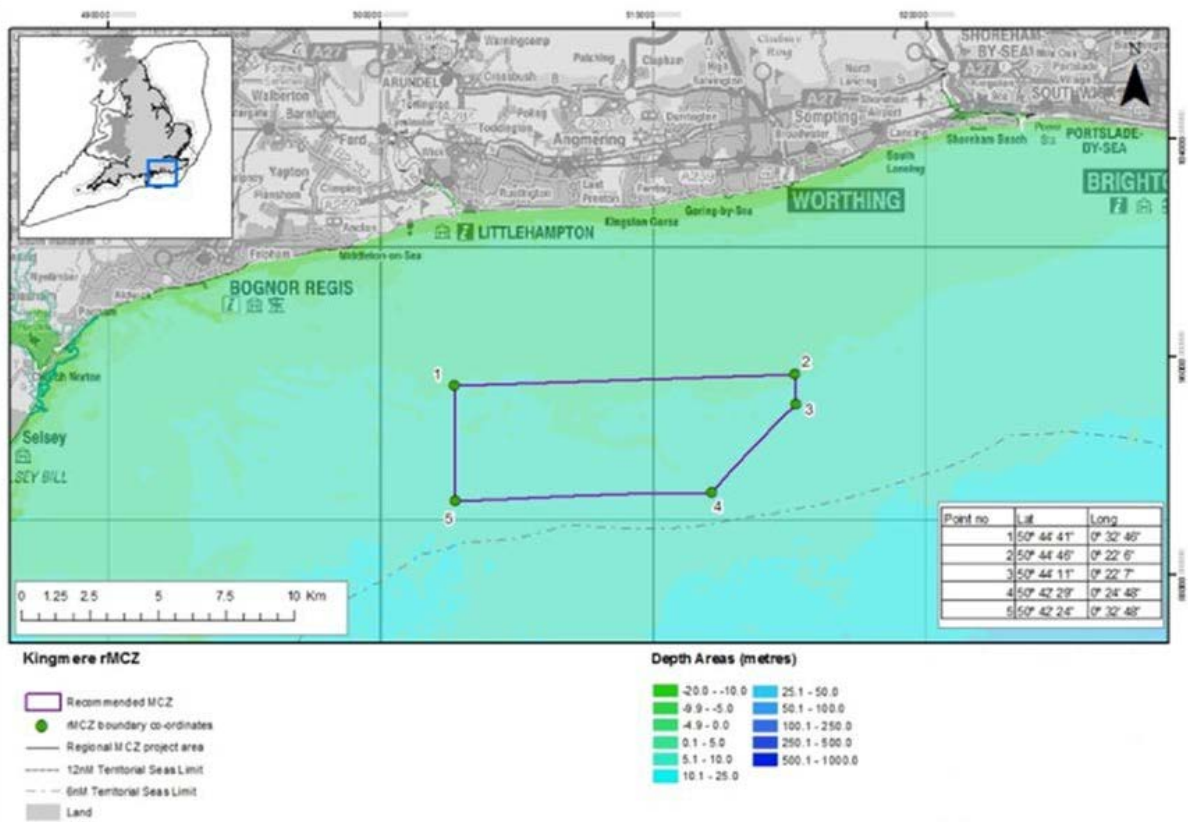


Fig.6. Emplacement de la MCZ de Kingmere. Information provenant de Ordnance Survey© copyright and database right 2012. Ordnance Survey 100022021. UKHO data © British.

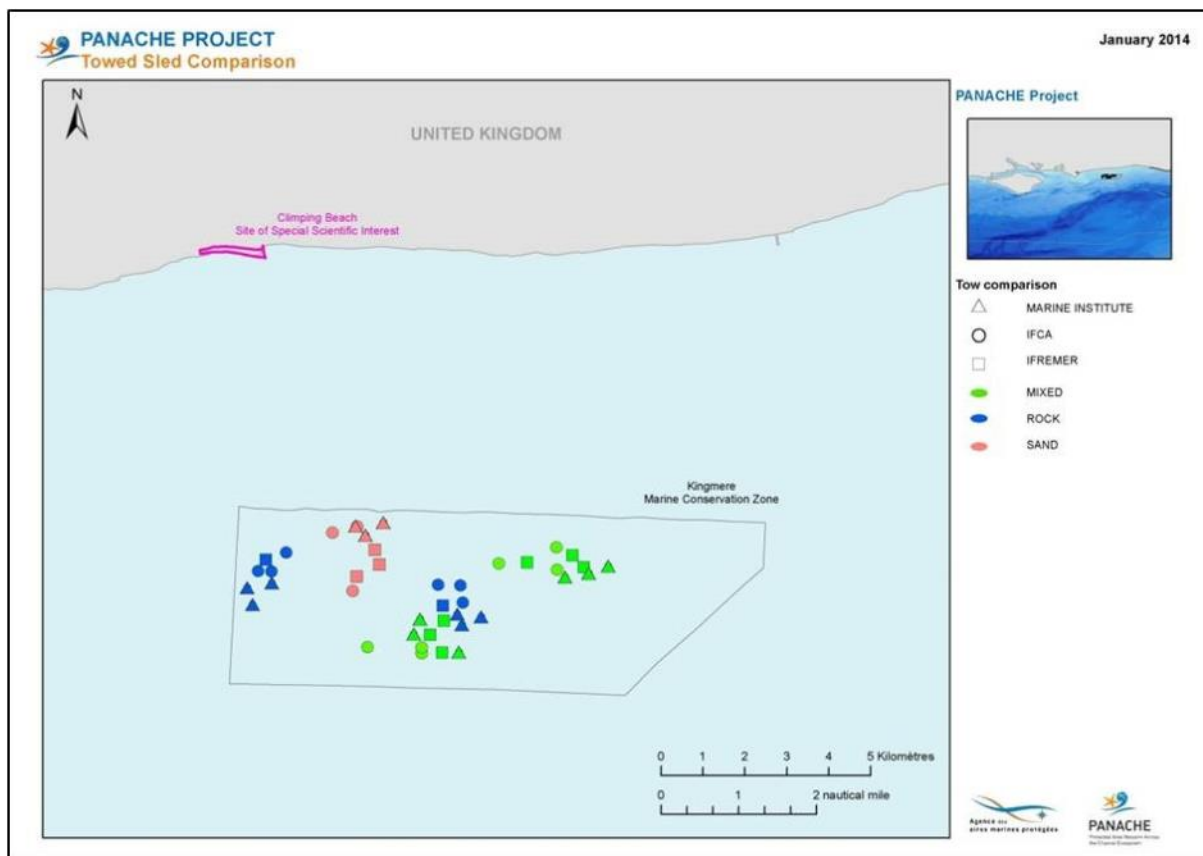


Fig.7. Emplacement des sites au sein de la MCZ de Kingmere.

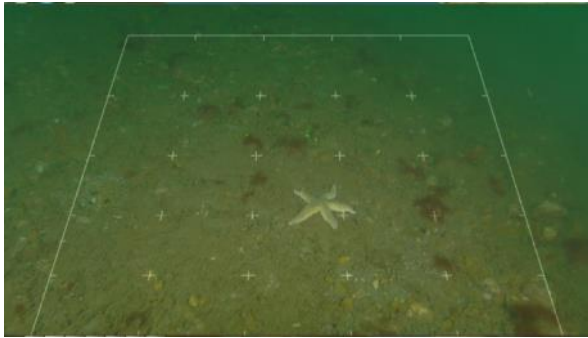
3.1.2 Analyse vidéo

Afin d'analyser les vidéos, des captures d'images ont été réalisées à des intervalles de cinq secondes (extracteur de capture Cybertronix) et des quadrats numériques y ont été superposés. Ce processus a fonctionné pour les fichiers vidéo de l'IFCA et du MI, mais le type de fichier de l'IFREMER n'était pas compatible avec l'extracteur de captures Cybertronix et le logiciel de superposition numérique 3Dive. Des captures figées à 5 secondes d'intervalle ont été capturées manuellement à partir de la vidéo et le quadrat numérique a été superposé en conséquence. Les captures d'images ont été supprimées si elles n'étaient pas au point, étaient superposées les unes aux autres ou ne concernaient pas l'habitat approprié. Les images ne seraient donc sélectionnées que si la caméra était à un angle oblique par rapport au fond marin, ce qui réduit la possibilité d'erreurs qui pourraient être introduites par un changement d'inclinaison de la pente du fond marin. Cependant, à cause de la position de la caméra, la plupart des captures d'image de l'IFCA comprenaient une partie de haute mer, ce qui a été noté. Après ce processus, 10 captures d'image sélectionnées au hasard ont été analysées pour chaque transect.

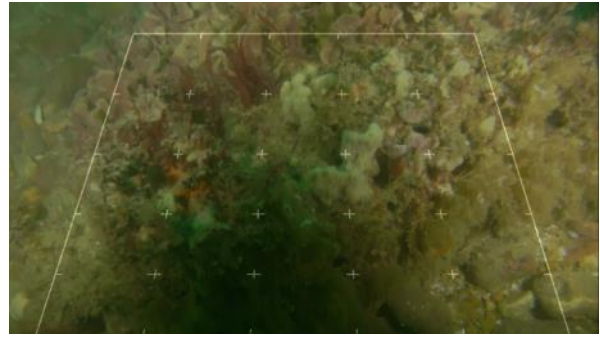
Tous les organismes présents ont été identifiés jusqu'au niveau taxonomique le moins élevé possible et leur abondance a été enregistrée. Des espèces taxonomiquement semblables, qui ne pouvaient pas être différenciées avec certitude, ont été regroupées. Ces groupes comprenaient :

Inachus spp. et *Cerianthus* spp. (identifié au niveau du genre) ; Gobies ; Hydraires et éponges ramifiées. Il a été conclu que les hydraires ne pouvaient pas être décomptées avec précision pour chaque TUV et ceux-ci ont donc été exclus de l'analyse d'Abondance (comptage). La catégorie Gazon comprenait les hydraires et les bryozoaires qui mesuraient moins de 1 cm de hauteur. Des organismes coloniaux individuels ou distincts étaient exprimés en terme de densité (m^{-2} individuels). La densité a été calculée en déterminant la superficie réelle de la capture pour chaque système de TUV. Ceci a été réalisé en utilisant la distance connue de l'espacement des lasers de chaque système (IFREMER = 10 cm, IFCA = 20 cm, MI = 30 cm). L'IFREMER et l'IFCA possèdent un système fixe où la caméra est toujours à la même distance du fond marin, afin que la superficie de la capture soit la même pour toutes les captures. En raison de la nature suspendue du dispositif du MI, la caméra peut être à des hauteurs différentes au-dessus du fond marin, donc la superficie de la capture est calculée pour chaque capture. Des taxons coloniaux formant une couverture ont été quantifiés par couverture en pourcentage en divisant le nombre de points sur la superposition (16 en tout) que chaque taxon couvrait par le nombre total de points du quadrat





IFREMER



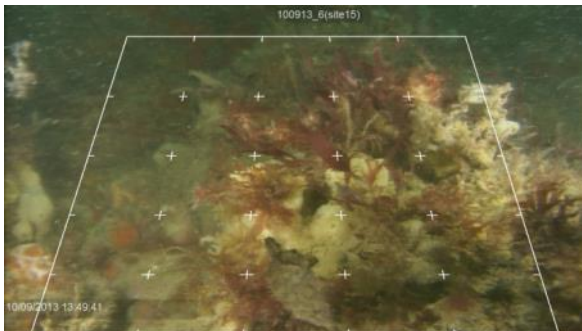
IFREMER



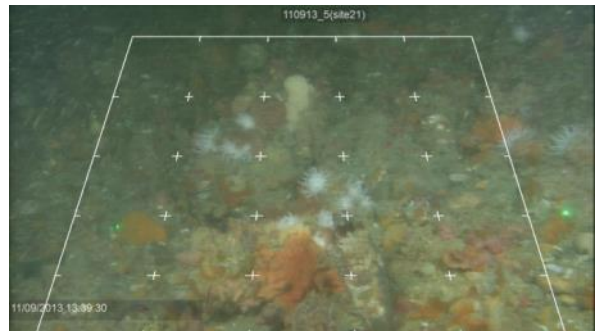
IFCA



IFCA



MI



MI

Fig.8. Images de la caméra orientée vers l'avant avec superposition du quadrat numérique pour les trois TUV.

3.1.3 Analyse des données

L'hypothèse nulle selon laquelle il n'y aurait aucune différence significative entre les types de TUV et d'habitat a été examinée au regard des variables étudiées qui suivent : Nombre de taxons, Abondance (comptage des organismes), Abondance (couverture des organismes) et Composition des assemblages. Des analyses à une seule variable (Nombre de taxons, Abondance [comptage]), Abondance [couverture] et à plusieurs variables (Composition des ensembles) ont été réalisées à l'aide de l'analyse Permutational Multivariate Analysis of Variance (PERMANOVA, Analyse de variance à variables multiples permutationnelles, Anderson, 2001 ; Clarke, 2001) in PRIMER 6 (Clarke & Warwick, 2001), d'après des matrices de similarité (variable unique = distance euclidienne, variables multiples = Similarité de Bray Curtis). Les données à variable unique ont été transformées par Log (x+1) et les données à variables multiples par une racine carrée (Anderson et Millar,

2004). Les facteurs Types de TUV et Habitat ont été fixés. La capture de 10 images par site a été pondérée afin d'éviter une pseudo réplification.

3.1.4 Évaluation de l'impact

Afin d'évaluer l'impact des TUV sur le fond marin, une caméra secondaire orientée vers l'arrière (GoPro Hero 2) a été installée sur chaque TUV. Pour chaque type d'habitat, l'impact du TUV a été évalué à l'aide de l'échelle de perturbation Sheehan-Vaz-Jones : 1 = aucun impact, 2 = resuspension de sédiments fins, 3 = perturbation de galets, 4 = perturbation de rochers et 5 = visibilité réduite à cause de la perturbation. La taille de grain se basait sur l'échelle Wentworth, où les sédiments fins sont inférieurs à 64 mm, les galets font entre 64 et 256 mm et les rochers font plus de 256 mm (Irving, 2009). L'échelle de perturbation est cumulative (à l'exclusion du niveau 1), par exemple si une note de 3 a été déterminée pour des galets déplacés, cela suggère que des sédiments ont également été resuspendus. Cinq observations de 1 minute chacune ont été réalisées sur chaque remorquage pour chaque type d'habitat. Une note sur l'échelle Sheehan-Vaz-Jones a été attribuée à chaque mesure par minute d'après une évaluation visuelle de la perturbation causée. Ces notes ont ensuite été corrigées afin de prendre en compte les points de contact de chaque TUV sur le fond marin, en supposant que le contact des patins a un impact double en tant que point unique et que cet impact s'étendra latéralement au-delà du champ de la caméra. Les systèmes de l'IFREMER et de l'IFCA ont un point pour chaque patin, donc la note d'impact est multipliée par 2. Le système du MI n'a qu'un seul point de contact donc la note n'est pas modifiée.



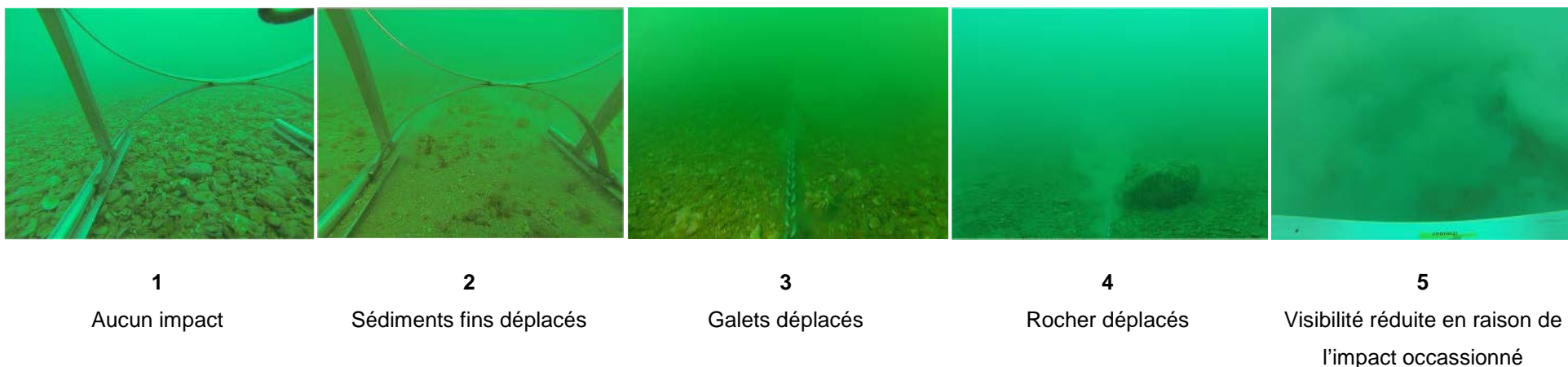


Fig.9. Échelle de Sheehan-Vaz-Jones pour l'impact des dégâts. Images provenant de la camera from GoPro orientée vers l'arrière.



3.2 Résultats de l'essai de terrain

3.2.1 Utilisabilité des engins

Chacun des systèmes de TUV a été correctement évalué en termes d'utilisabilité. Les détails sont résumés dans le Tableau 2 ci-dessous.

Tableau 2. Principaux résultats opérationnels du déploiement des trois engins.

Opérations	IFREMER	IFCA	Marine Institute
Nombre moyen de remorquages de 200 m par jour de 8 heures	6-8	8-10	8-10
Personnel min.	2 + navigateur	1 + navigateur	2 + navigateur
Exigences pour le navire	Navire de 15 m avec portique, 2 x treuils capable de soulever 300 kg	Aucun treuil nécessaire. TUV descendu manuellement	Treuil capable de soulever 50 kg
Tolérances environnementales	Force 7 Aucune restriction actuellement	Force 2 ≤ 1 nœud	Force 6, < 2,5 nœuds
Facilité de déploiement	<i>Moyennement difficile :</i> Le déploiement nécessite deux treuils quelle que soit la situation. Mise en place simple de la bride et de la voileure.	<i>Facile:</i> Déploiement manuel. Peut être déployé par 1 personne, bien que 2 personnes soit optimum pour la gestion du câble. Mise en place simple de la bride et de la voileure.	<i>Moyennement difficile :</i> Peut être déployé manuellement en eaux peu profondes, mais nécessite un treuil en eaux plus profondes. Mise en place difficile des contrepoids et des bouées.

	<i>Moyennes – Faibles :</i>	<i>Moyennes :</i>	<i>Moyennes – Haute :</i>
Compétences nécessaires à l'opérateur	Minimum de compétence requis car le caméscope est utilisé pour la capture vidéo, ce qui ne nécessite qu'une action sur un unique bouton. Évaluation de la visibilité possible uniquement en suivant les remorquages ou à l'aide d'un équipement supplémentaire.	Dépend du type de fond. Dans les zones rocheuses, le traîneau doit être soulevé du fond marin si rencontre de grands obstacles, ce qui nécessite un opérateur pour surveiller le flux en temps réel et donner des instructions à l'équipage sur le pont.	Intensité de l'éclairage, zoom et mise au point contrôlables en surface, ce qui nécessite une période de familiarisation avec l'équipement en surface pour les utilisateurs inexpérimentés.

3.2.2 Résultats de l'échantillonnage

Les trois TUV ont correctement étudié toutes les zones d'habitat au sein de la MCZ de Kingmere. 80 taxons provenant de 9 phylum différents ont été enregistrés. Les taxons courants sur le sable comportaient les hydraires et le ver tubicole de sable *Lanice conchilega*. *L. conchilega* se trouvait également couramment sur sol mixte, de même que le serpule triangulaire *Spirobranchus triqueter* et l'alcyon commun *Alcyonium digitatum*. *A. digitatum* se trouvait également couramment sur habitat rocheux avec plusieurs autres espèces d'algue et de bryozoaire telles que *Phyllophora crispa* et *Cellaria fistulosa*. Au sein de cette section, nous évaluerons en premier lieu la qualité de la vidéo qui a été analysée, puis nous présenterons les résultats provenant de la comparabilité des données (nombre de taxons, comptage moyen d'abondance, couverture moyenne d'abondance et assemblage) et de l'évaluation de l'impact.

a) Qualité de la vidéo

Un ensemble de critère est évalué ci-dessous afin d'examiner la qualité de la vidéo enregistrée à l'aide des trois systèmes de TUV.

Tableau 3. Ensemble des critères évalués pour déterminer la qualité de la vidéo enregistrée. Note de qualité : 1 = mauvaise ; 2 = moyenne ; 3 = excellente.

Caractéristiques	IFREMER (15/24)	IFCA (12/24)	Marine Institute (22/24)
Vitesse de la capture vidéo	1 (très rapide à certains endroits)	2 (rapide dans certaines zones)	3 (généralement bonne et stable)
Angle de la caméra	3	1 (orientée vers l'extérieur)	3
Qualité de l'image	3 (excellent)	1 (très mauvaise, pixelisée, floue)	2 (parfois floue)
Informations à l'écran (par ex. temps, GPS, nom de fichier)	2 (aucune info)	1 (trop d'info)	3
Facilité d'indentification des espèces	3	1	2
Facilité d'extraction des captures d'image	1	3	3
Facilité de manipulation de la vitesse de la vidéo lors de la lecture	1	1	3
Flux caméra en temps réel vers la surface	1 (aucun flux en temps réel)	2 (uniquement sur petit écran)	3

b) Nombre de taxons

Les tendances dans le nombre de taxons observés diffèrent entre les TUV et les habitats (Fig.10 ; Tableau 4). Sur du Rocher, le TUV du MI a enregistré beaucoup plus de taxons que les deux autres TUV (IFREMER $15,5 \text{ m}^{-2} \pm 0,25$; IFCA $11 \text{ m}^{-2} \pm 0,8$; MI $21,8 \text{ m}^{-2} \pm 0,6$). Cependant, seuls deux transects sur les 6 initialement prévus étaient accessibles au TUV de l'IFREMER en raison de la difficulté de déploiement de cet engin sur substrat rocheux. Sur sol Mixte, le nombre de taxons pour les TUV de l'IFREMER et du MI étaient similaires et ces deux chiffres étaient supérieurs au nombre de taxons observé avec le TUV de l'IFCA (IFREMER $14 \text{ m}^{-2} \pm 0,7$; IFCA $4,2 \text{ m}^{-2} \pm 0,6$; MI $12,8 \text{ m}^{-2} \pm 0,7$). Sur le Sable, toutefois, le nombre de taxons observé était semblable pour les trois TUV (IFREMER $10,3 \text{ m}^{-2} \pm 0,4$; IFCA $7,7 \text{ m}^{-2} \pm 0,7$; MI $8,3 \text{ m}^{-2} \pm 1,1$).



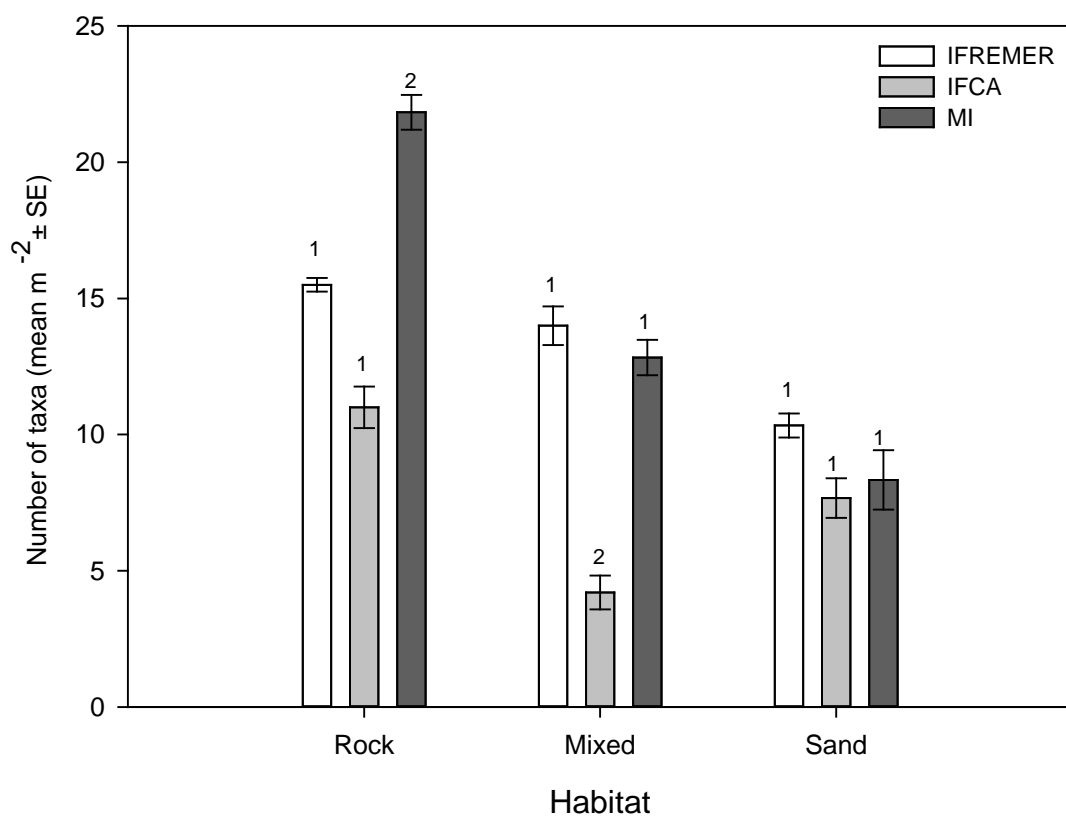


Fig.10. Nombre moyen de taxons observés (\pm erreur-type) à l'aide de captures provenant de chaque TUV (IFREMER, IFCA, MI) sur trois types d'habitat (Rocher, Mixte, Sable). Une différence entre les nombres indique une différence statistiquement visible ($P < 0,05$).

Tableau 4. Analyse Permanova afin de tester les différences de nombre de taxons entre les types d'Habitats et les TUV. Des tests couplés ont été réalisés afin d'examiner les interactions pertinentes entre des facteurs fixes. Les valeurs en gras indiquent des différences significatives.

Source	df	Nombre de taxons			
		SS	MS	F	P
TUV TU	2	3,6768	1,8384	19,047	0,0001
Habitat Ha	2	2,8905	1,4453	14,974	0,0001
TU x Ha	4	1,4154	0,35384	3,6661	0,0158
Résiduel	31	2,9921	9,6518E ⁻²		
Total	39	10,975			

Couplage pour terme TUV x Habitat dans		t	P
niveau			
Rocher du facteur Type d'habitat			
IFCA, IFREMER		1,2191	0,3291
IFCA, Marine Institute		3,8813	0,0022
IFREMER, Marine Institute		2,97	0,0342
Dans niveau Mixte du facteur Type d'habitat			
IFCA, IFREMER		5.4358	0.0029
IFCA, Marine Institute		5.0225	0.0032
IFREMER, Marine Institute		0.64406	0.5536
Dans niveau Sable du facteur Type d'habitat			
IFCA, IFREMER		1.2417	0.4974
IFCA, Marine Institute		0.10622	0.9008
IFREMER, Marine Institute		0.74687	0.6918

c) Abondance (comptage)

Les tendances observées dans le comptage moyen de l'abondance diffèrent entre les TUV et les habitats (Fig.11 ; Tableau 5). Bien que cela ne soit pas très visible, le TUV de l'IFREMER a généralement renvoyé les comptages d'abondance les plus élevés. Les TUV de l'IFCA et du MI donnaient des résultats très différents selon les types d'habitat ($P < 0.05$), avec celui du MI proposant une abondance plus importante que celle de l'IFCA pour tous les types d'habitat. L'abondance (comptage) était supérieure pour l'habitat Rocher par rapport aux habitats Mixte et Sable (Rocher : IFREMER $72,5 \text{ m}^{-2} \pm 10,6$; IFCA $51,9 \text{ m}^{-2} \pm 6,7$; MI $67,1 \text{ m}^{-2} \pm 2,5$; Mixte : IFREMER $30,1 \text{ m}^{-2} \pm 6,0$; IFCA $12,5 \text{ m}^{-2} \pm 3,7$; MI $23,3 \text{ m}^{-2} \pm 3,4$; Sable : IFREMER $43,2 \text{ m}^{-2} \pm 3,1$; IFCA $13,3 \text{ m}^{-2} \pm 2,2$; MI $19,8 \text{ m}^{-2} \pm 0,3$).

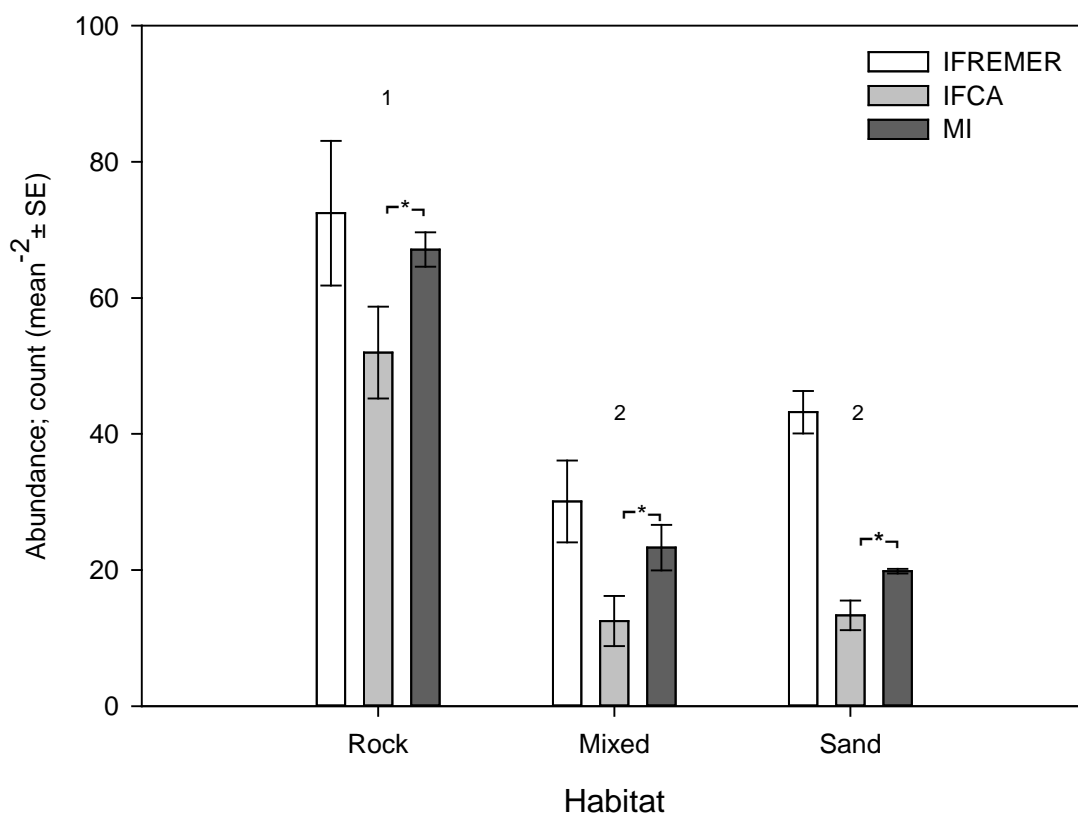


Fig. 11. Abondance moyenne (\pm erreur-type) des organismes (à l'exception des hydraires) entre chaque TUV sur les différents types d'habitat. L'astérisque indique la signification entre les TUV, les nombres indiquent la signification entre les types d'habitat.

Tableau 5. Analyse Permanova afin de tester les différences d'Abondance (comptage ; à l'exception des hydraires) entre les types d'habitats et les TUV. Des tests couplés ont été réalisés afin d'examiner les interactions pertinentes entre des facteurs fixes. Les valeurs en gras indiquent des différences significatives.

		Abondance ; comptage			
Source	df	SS	MS	F	P
TUV TU	2	3,2864	1,6432	3,7236	0,0385
Habitat Ha	2	15,371	7,6856	17,416	0,0002
TU x Ha	4	1,0761	0,26902	0,60961	0,6582
Résiduel	31	13,68	0,4413		
Total	39	33,414			
Couplage pour TUV				t	P
IFCA, IFREMER				1,958	0,064
IFCA, Marine Institute				2,3755	0,0255
IFREMER, Marine				0,10453	0,9164
Couplage pour Habitat					
Mixte, Rocher				5,2299	0,0001
Mixte, Sable				1,2752	0,2161
Rocher, Sable				5,7649	0,0001

d) Abondance (couverture)

Trends in the abundance of colonial organisms observed differed between TUVs and Habitats (Fig.12; Table 6). On Rock and Mixed ground, the mean abundance cover for the IFREMER and MI TUVs were similar and both were greater than the mean abundance cover observed using the IFCA TUV (Rock: IFREMER $34.9 \text{ m}^{-2} \pm 4.1$; IFCA: $3.9 \text{ m}^{-2} \pm 0.7$; MI: $41.8 \text{ m}^{-2} \pm 1.4$. Mixed: IFREMER $15 \text{ m}^{-2} \pm 0.75$; IFCA: $1.75 \text{ m}^{-2} \pm 0.65$; MI $21.6 \text{ m}^{-2} \pm 2.2$). On Sand, however, the mean abundance cover was similar for all three TUVs (IFREMER: $2.5 \text{ m}^{-2} \pm 0.4$; IFCA $0.2 \text{ m}^{-2} \pm 0.1$; MI $1.0 \text{ m}^{-2} \pm 0.1$).

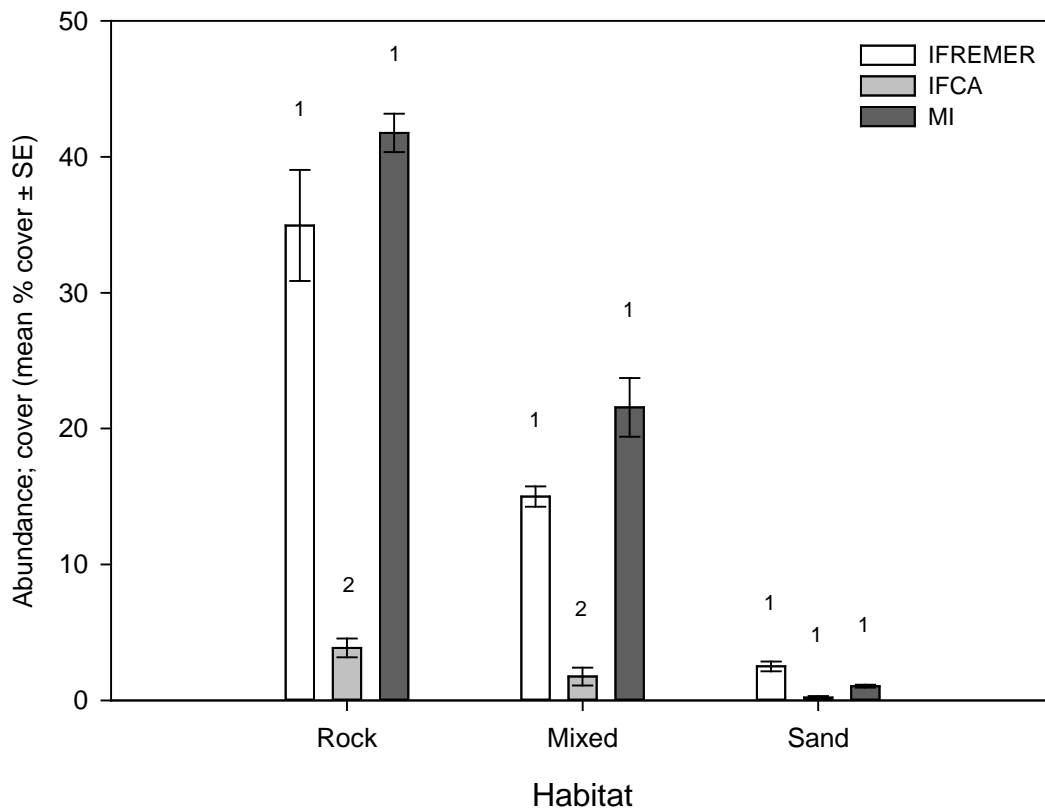


Fig.12. Couverture en pourcentage moyenne (\pm erreur-type) des espèces incrustantes par TUV sur les différents types d'habitat. 1 signifie similarité 2 signifie différence importante.

Tableau 6. Analyse Permanova afin de tester les différences d'Abondance (couverture) entre les types d'habitats et les TUV. Des tests couplés ont été réalisés afin d'examiner les interactions pertinentes entre des facteurs fixes. Les valeurs en gras indiquent des différences significatives.

Source	df	Abondance ; couverture			
		SS	MS	F	P
TUV TU	2	32,294	16,147	55,731	0,0001
Habitat Ha	2	25,066	12,533	43,257	0,0001
TU x Ha	4	4,1803	1,0451	3,607	0,0174
Résiduel	31	8,9817	0,28973		
Total	39	70,522			
Couplage pour terme TUV x Habitat <i>t</i>					<i>P</i>
dans niveau Rocher du facteur Type d'habitat					
IFCA, IFREMER			3,3489	0,0353	
IFCA, Marine Institute			6,6206	0,0017	
IFREMER, Marine Institute			1,2017	0,2869	
Dans niveau Mixte du facteur Type d'habitat					
IFCA, IFREMER			5,8165	0,0013	
IFCA, Marine Institute			5,789	0,0024	
IFREMER, Marine Institute			1,2614	0,2378	
Dans niveau Sable du facteur Type d'habitat					
IFCA, IFREMER			3,8631	0,0978	
IFCA, Marine Institute			2,7749	0,2033	
IFREMER, Marine Institute			2,0817	0,2962	

e) Composition d'assemblage

La composition d'assemblage entre chaque habitat était visiblement différente (Fig.13 nMDS, Tableau 7) Les assemblages enregistrés depuis chaque traîneau étaient également visiblement différents. Cependant, les deux TUV les plus grands ont enregistré des assemblages plus similaires, selon le regroupement observé dans le nMDS (Fig.13), que le TUV le plus petit.



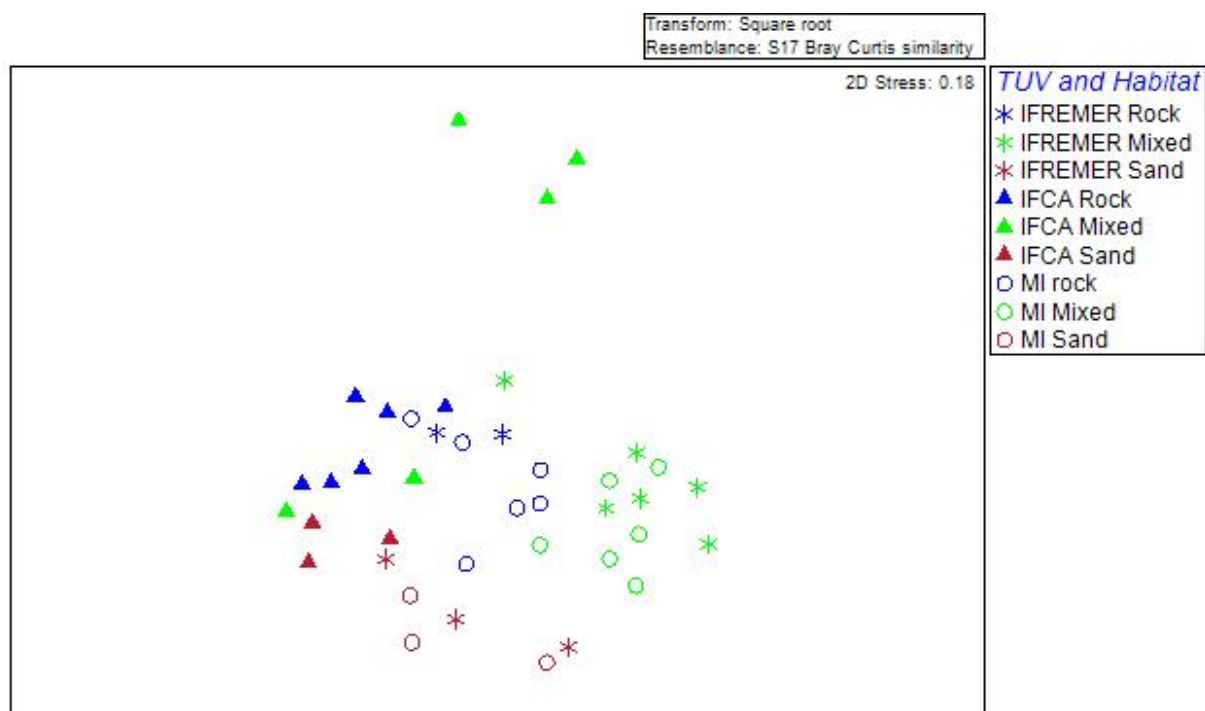


Fig.13. Ordination nMDS illustrant les similarités dans la Composition des assemblages entre les TUV et les Types d'habitat (tel qu'affiché dans la légende).

Tableau 7. Analyse Permanova afin de tester les différences de Composition d'assemblage entre les types d'habitats et les TUV. Des tests couplés ont été réalisés afin d'examiner les interactions pertinentes entre des facteurs fixes. Les valeurs en gras indiquent des différences significatives..

Source	Df	Assemblage			
		SS	MS	F	P
TUV TU	2	20193	10097	7,1415	0,0001
Habitat Ha	2	26103	13007	9,1999	0,0001
TU x Ha	4	7486,5	1871,6	1,3238	0,0788
Résiduel	31	43827	1413,8		
Total	39	97520			
Couplage pour TUV				t	P
IFCA, IFREMER				2,6453	0,0001
IFCA, Marine Institute				3,2899	0,0001
IFREMER, Marine				1,5804	0,005
Couplage pour Habitat					
Mixte, Rocheux				2,9712	0,0001
Mixte, Sableux				2,9341	0,0001
Rocher, Sableux				3,2541	0,0001

3.2.3 Données d'impact provenant de la capture GoPro

Les observations qualitatives concernant les perturbations engendrées par chaque TUV sur les différents habitats sont résumés ci-dessous. Les notes données basées sur l'échelle Sheehan-Vas Jones de perturbation sont les erreurs moyenne et standard de toutes les observations sur chaque type d'habitat individuel pour chaque traîneau qui sont corrigées pour chaque point d'impact du TUV (IFREMER et IFCA x 2, MI x 1).

a) IFREMER

Ce TUV a rencontré des difficultés à évaluer visuellement les dommages car le nuage de sédiments était souvent trop dense pour voir le fond marin. Le sol rocheux de la MCZ de Kingmere comportait de nombreux rochers et ce TUV n'était donc pas adapté pour un sol aussi hétérogène. Pour cette raison, l'IFREMER n'a pu finir que 2 répliques sur le substrat rocheux et non 6. Il n'a pas pu obtenir des sections de 5 x 1 minutes pour analyse dans chaque transect de l'habitat cible. Lorsque le TUV a frappé des rochers, la taille et le poids ont déplacé ou éraflé certaines espèces sessiles et incrustantes (telles que des éponges), par conséquent, il a reçu une note moyenne de 4,75 sur l'échelle de Sheehan-Vaz-Jones, soit un total moyen de 9,5 après correction pour les points de contact. Le sol mixte était le meilleur type d'habitat pour ce TUV et octroyait une visibilité légèrement meilleure, mais il restait toujours difficile d'en évaluer l'impact. Lorsque la visibilité était bonne, des tranchées créées par les patins étaient visibles (Fig.15). Le TUV a obtenu une note totale moyenne de 8,9. Sur le sable, il était très difficile de voir les dommages, car les marbrures causées par les sédiments perturbés obscurcissaient le champ de vision. Étant donné le manque de visibilité sur le Sable, ce TUV n'a obtenu qu'une note moyenne de 9,6 sur l'échelle de Sheehan-Vaz-Jones corrigée.

b) IFCA

Ce TUV étant relativement léger, les dommages globaux causés par ce traîneau étaient relativement faibles. Sur le rocher, ce traîneau n'était pas assez lourd pour rester en contact avec les gros rochers, et il s'est donc retrouvé suspendu dans la colonne d'eau et n'est pas resté assez longtemps en contact avec le fond marin. Il se heurtait parfois à des rochers, ce qui a occasionné des dommages sur certaines espèces d'éponges et de rose de mer *Pentapora foliacea*. Cependant, étant donné le poids du TUV, il a rarement déplacé des rochers, et a donc obtenu une note moyenne de 6,53. Sur sol mixte, ce TUV était plus léger que ses semblables de l'IFREMER et du MI et il se déplaçait généralement au-dessus des galets, ne les délogeant que rarement, d'où une note moyenne de 4,8. Sur le sable, il a obtenu une note moyenne de 4 sur l'échelle de Sheehan-Vaz-Jones corrigée, car il a déplacé des sédiments fins, mais ne créait que de petites marbrures. Ce TUV a également déplacé quelques algues, qui se sont retrouvées prises dans les patins.

c) MI

Ce TUV a donné les résultats les plus cohérents sur tous les types d'habitat. L'avantage du TUV du MI résidait dans le fait qu'il n'avait qu'un seul point de contact avec le fond marin et suivait le chemin de moindre résistance. Ce TUV flottait mieux au-dessus du fond marin rocheux que les autres TUV, en restant en permanence sur le fond marin. Ce traîneau a parfois déplacé un rocher lorsque la chaîne se retrouvait coincée, mais cela était rare et en règle générale les rochers n'étaient pas déplacés. La chaîne a occasionné quelques perturbations, en délogeant quelques éponges et roses de mer. Le TUV a donc obtenu une note moyenne de 3,47. La chaîne du TUV était relativement lourde car l'échantillonnage avait lieu lors de grandes marées, ce qui signifie que sur des sols mixtes des galets ont été déplacés assez fréquemment, d'où une note moyenne de 3 pour cet habitat. Lorsque ce traîneau est utilisé lors de plus faibles marées de mortes-eaux, une chaîne plus légère est utilisée, ce qui causerait moins de dommages. L'impact de ce TUV sur le sable était relativement faible, avec une note moyenne de 2 sur l'échelle de Sheehan-Vaz-Jones corrigée car il déplaçait des sédiments fins, mais ne créait que de faibles marbrures. D'autres dommages occasionnés consistaient en un déplacement quelques algues plantées dans le sable.

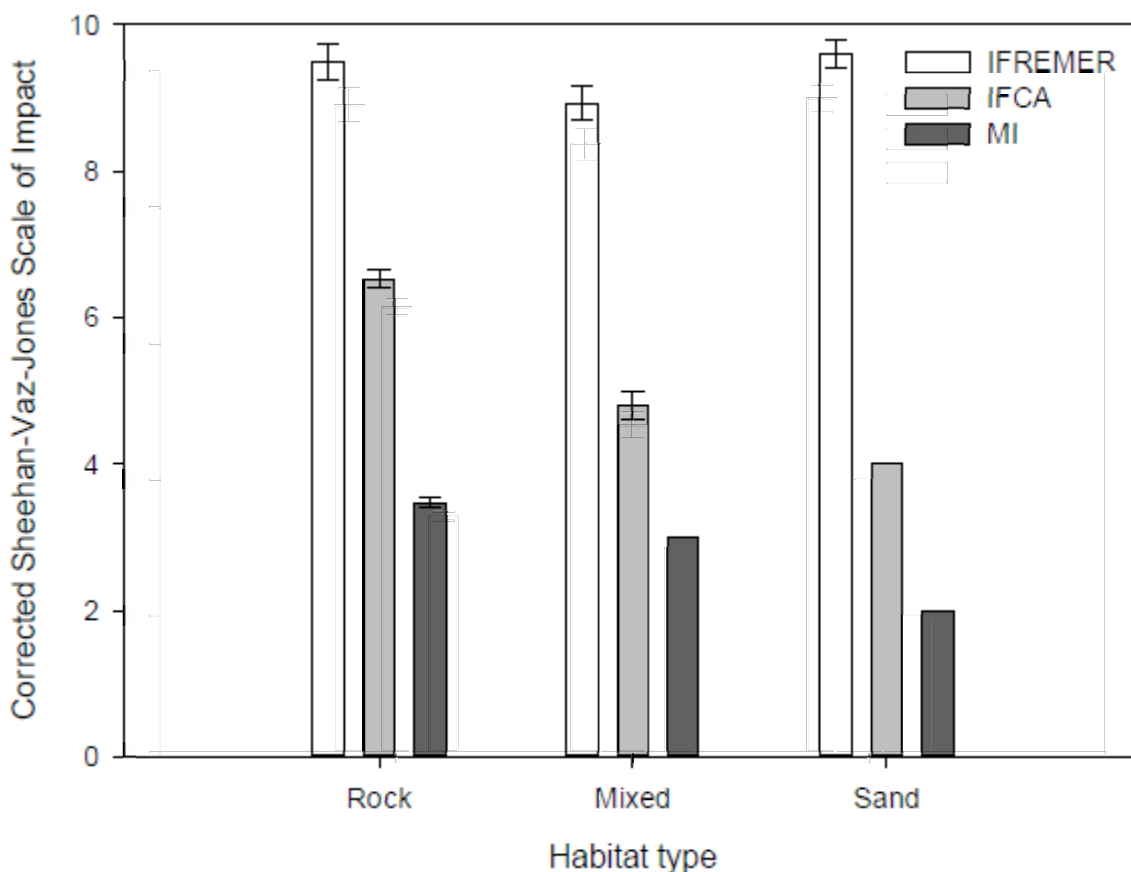
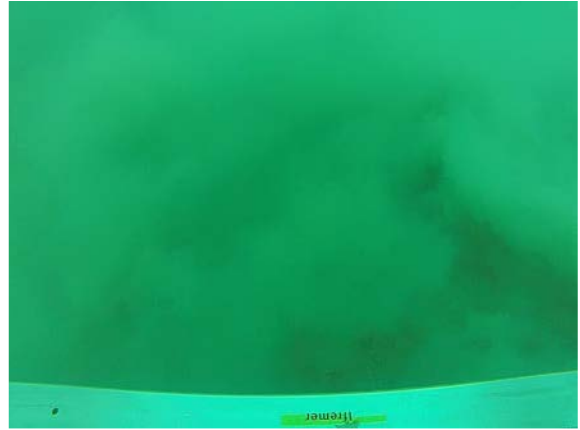


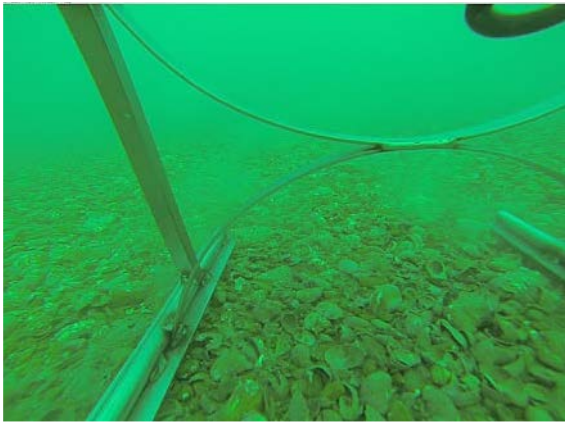
Fig.14. Graphique montrant l'impact (\pm erreur-type) selon l'échelle de Sheehan-Vaz-Jones, corrigée pour les points d'impact, de chaque traîneau sur les différents types d'habitat.



IFREMER sur sol mixte.



IFREMER sur sable.



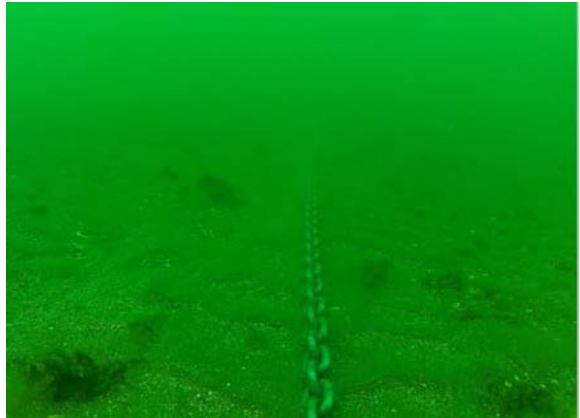
IFCA sur sol mixte.



IFCA sur sable.



MI sur sol mixte.



MI sur sable.

Fig.15. Comparaison des trois TUV sur sol mixte et sur sable.

IV. Méthodologie recommandée

Des différences importantes en termes de richesse des espèces, de densités ou de couverture et de composition des espèces ont été mises en évidence entre chacun des trois équipements. Certaines de ces différences sont dues aux limites de déploiement de chaque équipement (le TUV de l'IFREMER n'a pas pu être déployé de manière adéquate sur les rochers, le TUV du SIFCA était souvent trop léger et instable pour fournir des images exploitables). Toutefois, certaines de ces différences peuvent également être liées aux variations de la surface du champ de vision (plus important pour le TUV du MI) et de la résolution de la caméra (plus élevée pour le TUV de l'IFREMER). Il convient de prêter une attention particulière à la stabilité du traîneau (et aux séquences vidéo en résultant), même si un cadre plus lourd est plus difficile à exploiter sur les fonds marins irréguliers et il a été observé que ces cadres avaient un impact significatif sur les fonds marins. En outre, nous pensons que l'efficacité taxonomique des séquences vidéo est optimisée par l'utilisation d'un éclairage d'une bonne intensité et l'exploitation d'une résolution HD. L'effet de la résolution a déjà été mis en évidence par l'étude de Soufflet (2013) qui comparait l'usage de caméras analogiques et HD fixées au même système immergé, et qui a conclu que même avec un champ de vision plus limité et un éclairage plus faible, les caméscopes HD (1080p) donnaient de meilleurs résultats que les caméras analogiques (720p).

À la lumière de cette étude, une attention particulière doit être apportée aux spécifications du traîneau et de l'optique lors du développement d'un programme de suivi des AMP à moyen ou long terme. Vu l'impact important sur les données extraites des séquences vidéo, il n'est pas recommandé de changer les spécifications du matériel au cours de la période de suivi si l'objectif de l'étude consiste à détecter une tendance au fil du temps.

4.1 Enseignements tirés et recommandations

Chaque système TUV présentait des points positifs et négatifs en fonction des conditions de l'étude. Il n'est donc pas possible de déterminer lequel des TUV est le plus adapté à toutes les études benthiques. Un récapitulatif des performances de chaque système TUV et des modifications prévues suite aux essais réalisés en vue d'améliorer le dispositif pour les futurs suivis des AMP est présenté ci-après.

4.1.1 IFREMER

Le dispositif TUV de l'IFREMER a été conçu dans l'optique d'une utilisation en tant qu'outil complémentaire dans les études de suivi préexistantes, et en particulier les études d'évaluation des stocks. La connaissance des conditions de travail observées durant ces études a largement contraint



sa conception car il devait être suffisamment lourd et solide pour être utilisé à différentes profondeurs, sur des types de fonds marins différents, dans différents courants et dans une variété de conditions météorologiques. Des essais complémentaires ont d'ores et déjà confirmé que le TUV de l'IFREMER pouvait probablement être utilisé en toute sécurité dans des mers agitées jusqu'à Force 7 et dans tous types de courants, tant que le dispositif est remorqué contre le courant.

La présente étude constituait le premier essai en mer du TUV de l'IFREMER et a mis en évidence de nombreux domaines nécessitant une amélioration. Bien qu'il soit plus lourd et plus gros que les deux autres dispositifs testés dans cette étude, le TUV de l'IFREMER ne présente pas un encombrement trop important par rapport aux autres équipements généralement embarqués lors des études d'évaluation des stocks, qui nécessitent souvent des navires de plus de 15 m de long et ne devrait pas poser de problème en matière de stockage sur le pont, dans la plupart des cas. Toutefois, pour les navires qui ne sont pas équipés pour le remorquage de matériel lourd, son déploiement peut devenir problématique car il nécessite au moins un portique de manutention et deux treuils capables de lever 300 kg. Sa facilité d'utilisation et de déploiement permettent également une mise en œuvre par du personnel non spécialisé lors de la réalisation des études car il est souvent difficile de pourvoir du personnel supplémentaire (tant au niveau des finances limitées que de la capacité du navire). Néanmoins, la visualisation de l'impact du TUV de l'IFREMER sur les fonds marins a révélé qu'il était inutilement lourd pour ces conditions d'utilisation (faibles courants, zones peu profondes). Il a donc été décidé de l'alléger pour un usage futur, en particulier dans les zones sensibles telles que les AMP. L'ajout de flotteurs au traîneau (plusieurs bouées sphériques en plastique de 4 l chacune équivalant à 2,5 l de flottabilité) a permis de réduire son poids dans l'eau et son impact sur le fond marin. Vu qu'il est principalement conçu pour être utilisé lors des études d'évaluation des stocks, le TUV de l'IFREMER était principalement prévu pour les fonds marins à sédiments meubles. Il peut être difficile à manœuvrer sur des substrats durs (tels que les gros rochers ou les canyons) même s'il a été observé qu'il pouvait être exploité sur des sols rocheux relativement bas et des roches d'une hauteur inférieure à 1 m. Toutefois, dans de telles conditions, l'impact des patins sur l'habitat et le risque d'endommager, voire de perdre le traîneau, sont plus importants. Pour compenser cette faiblesse particulière, le cadre a été conçu pour permettre son utilisation dans un environnement vertical.

Suite à cette étude, la qualité des séquences vidéo acquises a été grandement améliorée grâce aux capacités de stabilisation intégrées au camescope (technologie Hybrid OIS +). En outre, le champ de vision a été élargi en réduisant l'angle horizontal de la caméra à 29° et en ajoutant un convertisseur grand angle (convertisseur Panasonic VW-W4607H x 0,7, 46 mm), donnant une vitesse de projection apparemment réduite. La vitesse de remorquage au niveau du fond a été jugée optimale, entre 0,8 et 1,2 nœud, tandis que la longueur du câble de remorquage dépendait à la fois de la profondeur sondée et du poids du bout ou du câble utilisé (entre 1,5 et 3 fois la profondeur sondée pour un câble de remorquage de 16 mm de diamètre ou une corde Dyneema nue, de 10 mm, prévue

pour 9 t, respectivement). On estime que les opérations réalisées à l'aide de ce nouveau paramétrage et de ce nouveau protocole améliorent grandement les analyses d'images suivantes. La surface sous-marine visible est de 4,8 m². L'utilisation d'une caméra HD supplémentaire de modèle GoPro HERO2 (960p – 50 fps, avec une carte SD de 32 Go permettant jusqu'à 5 heures d'enregistrement) dans son boîtier étanche d'origine, orientée vers l'avant entre les patins, a été jugée très utile et un boîtier résistant à une profondeur de 600 m a été développé pour permettre son utilisation régulière. La caméra GoPro permet de superviser l'impact et la balance du TUV de l'IFREMER et donc l'ajustement de sa flottaison et de la hauteur du « point d'attache » pour toute profondeur ou tout poids de câble de remorquage. Suite à cette amélioration du comportement du matériel, de nouveaux équipements optiques ont été ajoutés pour obtenir de plus amples informations sur la nature des fonds marins et augmenter la résolution des informations obtenues pour les petits biotes. Un appareil photo posé à la verticale (Canon G15, équipé d'une carte SD de 4 Go pouvant enregistrer jusqu'à 240 photos) et 2 flashes (Vivitar 285HV), ont été montés dans des boîtiers appropriés à une hauteur de 70 cm (surface sous l'eau : 63 x 44 cm). Les flashes sont asservis à l'appareil photo par des connexions filaires et alimentés par une batterie Li-Ion Williamson Electronique (9,6 Ah, 7,5 V convertis à 6 V, autonomie de 800 déclenchements de flash environ) intégrée au boîtier de l'appareil photo. La fonction d'intervallomètre et la résolution de l'appareil photo sont programmées à l'aide du kit de développement « *Canon Hack Development Kit* » et un script adéquat. Un module laser oblique générateur de ligne verte de 532 nm (AGLL2, 0.3A) alimenté par une batterie Li-Ion Williamson Electronique (2,6 Ah, 4,2 V convertis à 3 V, offrant une autonomie d'environ sept heures) a également été ajouté, et dirigé vers le champ vertical de l'appareil photo pour permettre une mesure de la complexité des fonds marins (O'Neill et al, 2009). Pour cette application particulière, la camera GoPro HERO2 HD peut être intégrée au boîtier de l'appareil photo pour capturer le changement de forme de la ligne projetée le long du transect. Cela peut également permettre la détection et les mesures d'impacts physiques observés au fond de la mer et filmés par le comescope HD orienté vers l'avant. Le cadre du TUV de l'IFREMER est également suffisamment large pour accueillir d'autres types de capteurs, notamment des sondes CTP ou de petits filets suprabenthiques. Enfin, la question du positionnement précis des vidéos permettant un croisement avec les calques morphométriques des fonds marins produits par des échosondeurs multifaisceaux et un sonar à balayage latéral est également particulièrement importante, et l'ajout d'un dispositif de positionnement sous-marin peut être envisagé, même si le coût d'un tel équipement est élevé et que son utilisation nécessite un calibrage soigneux à bord de chaque navire.

Il existe une autre différence avec les deux autres équipements testés dans cette étude : il n'y a pas de liaison directe avec le navire lors du déploiement. La réussite de l'opération ne peut être évaluée qu'après avoir récupéré le système et dans des situations où des ajustements sont nécessaires, cela peut constituer une perte de temps en mer. Toutefois, l'exploitation d'un câble optique, qui soit idéalement également capable d'alimenter et de remorquer le traîneau, à des profondeurs pouvant aller jusqu'à 600 m a été jugée bien trop coûteuse et lourde pour cette application particulière.

4.1.2 IFCA

Suite à l'étude en cours, et aux comparaisons avec les TUV de l'IFREMER et du MI, un certain nombre de modifications potentielles à apporter aux systèmes disponibles de l'IFCA du Sussex ont été identifiées.

Cette étude marquait le premier essai du traîneau et du nouveau système RovTech de l'IFCA du Sussex sur un site plus au large. Bien que le site soit toujours dans une zone côtière, Kingmere est situé entre 5 et 10 km de la côte, avec des profondeurs pouvant atteindre 20 m, et comprend plusieurs récifs rocheux surélevés, avec des roches pouvant atteindre 3 m de haut. L'essai a mis en évidence les limites de la configuration du nouveau TUV de l'IFCA pour le suivi des sites d'AMP plus au large. Dans les profondeurs, sur le fond rocheux, le traîneau s'accrochait aux rochers, avait tendance à se retourner et était difficile à poser sur le fond marin dans des conditions supérieures à Force 2 et des courants supérieurs à 1 nœud. Cela peut être dû à une association de facteurs : tout d'abord la légèreté du système, conçu pour être utilisé en eaux moins profondes. En outre, le navire de l'IFCA du Sussex, Watchful, affiche une taille relativement importante et mesure 18 m de long. Il peut être plus difficile de contrôler la vitesse des navires plus importants, tandis que les navires de plus petite taille sont plus faciles à maintenir sur place dans n'importe quelle condition météorologique. Une nouvelle fune et une nouvelle liaison ombilicale ont également été utilisées : elles ont probablement été torsadées, ce qui contribuait également à l'instabilité et à la propension au retournement du traîneau.

Un système similaire déployé à des profondeurs équivalentes a été utilisé par Salacia Marine au large de Selsey et il a été constaté qu'il pouvait être exploité jusqu'à Force 5. Toutefois, des différences en termes de configuration et de déploiement de l'équipement peuvent avoir contribué aux variations opérationnelles observées lors de l'étude de Selsey, notamment : déployer le système depuis un navire plus petit, limiter l'étude aux mortes-eaux sur des substrats moins rocheux, fixer un plus grand nombre de flotteurs à l'arrière du traîneau pour contribuer à la stabilité et fixer l'ensemble de la liaison ombilicale à la fune et pas seulement la première section, comme cela a été fait dans l'étude en cours. Il existe des techniques de déploiement pouvant contribuer à la stabilité (et ainsi réaliser un ensemble plus cohérent de séquences vidéo) et accroître l'utilité dans les différentes conditions, notamment :

- Remorquer dans le sens du courant ;
- Essayer différentes vitesses dans l'eau – en maintenant le navire en prise, en avançant lentement et en déroulant le câble de l'équipement derrière le navire ;
- Ajouter des configurations de bouées différentes à la partie supérieure du traîneau;
- Ajouter du lest à la base du traîneau ;
- Ajouter une succession de bouées à l'arrière du traîneau;
- S'assurer que le filin forme un triangle équilatéral pour garantir la stabilité de l'équipement sur le fond marin. Si le triangle est plus petit, l'équipement est secoué. S'il est plus grand, l'équipement est moins stable.



Suite à ces essais, des adaptations seront apportées au nouveau TUV de l'IFCA afin d'accroître sa stabilité et de le maintenir droit, en ajoutant du lest et une configuration de bouées sur la partie supérieure du traîneau. En outre, la liaison ombilicale sera attachée à la fune sur l'ensemble de sa longueur.

Des difficultés ont également été rencontrées lors du positionnement de la caméra de sorte que les patins du traîneau ou la barre transversale frontale présente sous le point de fixation de la caméra n'obscurcissaient pas l'image en partie. Pour minimiser le phénomène d'obscurcissement causé par les pièces du traîneau, la caméra n'a pas été positionnée selon un angle optimal. Une certaine proportion de la colonne d'eau était visible sur chaque image, constituant une zone d'analyse « gâchée ». D'autres adaptations pourraient être réalisées sur le nouveau TUV de l'IFCA, notamment le retrait de la barre transversale frontale pour contribuer à réduire ce problème.

D'autres modifications doivent être apportées au TUV de l'IFCA du Sussex, suite à ces essais : l'intégration de supports laser fixes, plus coûteux, similaires à ceux utilisés sur les systèmes de l'IFREMER et du MI, afin de s'assurer que les lasers ne bougent pas et d'accroître la fiabilité des estimations d'échelle. Des éclairages supplémentaires seront également intégrés en vue d'améliorer la définition et la couleur de l'image. En outre, des connecteurs en plastique seront ajoutés aux connexions de la caméra et des éclairages sur la liaison ombilicale afin de garantir une meilleure solidité. Bien qu'un système de positionnement acoustique sous-marin permettant le positionnement précis des séquences vidéo soit souhaitable, son coût est prohibitif.

Les enseignements tirés de la conception flottante neutre du TUV du MI constituaient une découverte majeure de l'étude actuelle et du partage des meilleures pratiques entre organisations. Cette conception est particulièrement efficace sur les récifs rocheux surélevés, permettant aux systèmes de « survoler » les caractéristiques, réduisant ainsi le risque d'accrochage ou de dégât causé au récif tout en restant en mesure de capturer des séquences vidéo dans ces environnements plus difficiles.

En raison de la présence de récifs rocheux dans un certain nombre de MCZ recommandées et désignées dans le secteur de l'IFCA du Sussex, la capacité à superviser ces environnements à l'aide des TUV est véritablement souhaitable et les responsables reconnaissent l'utilité du développement d'un tel système. Les discussions tenues par la suite ont permis de considérer le TUV léger utilisé dans ces essais comme inapproprié pour les adaptations de flottaison neutre nécessaires, et à la place, un traîneau plus gros et plus lourd de 50 kg déjà détenu par l'autorité sera modifié. L'article rédigé par Sheehan *et al*, (2010) présente en détails les modifications nécessaires afin d'assurer un système flottant neutre.



Les modifications prévues suite à cette étude permettront d'équiper l'IFCA du Sussex de deux TUV sur mesure pour le suivi des AMP du district. Un système plus petit et plus léger pour les sites moins profonds et plus proches de la côte et un système plus imposant, à flottaison neutre, pour les sites plus au large, en particulier pour les environnements rocheux.

L'intérêt de fixer des caméras GoPro orientées vers l'arrière et vers l'avant sur un TUV a également été clairement identifié dans le cadre de l'étude en cours. La caméra orientée vers l'avant permet de capturer une perspective élargie de l'environnement alentour, tandis que la caméra orientée vers l'arrière permet d'évaluer l'impact du traîneau et de visualiser la faune mobile qui suit le TUV, par moments observée lors de l'étude. Les caméras GoPro peuvent également être paramétrées pour capturer des photos sous-marines, offrant des images de meilleure qualité que les images mises en pause issues des séquences vidéo pour analyse ultérieure.

4.1.3 MI

Suite aux essais et aux travaux réalisés avec l'IFREMER et l'IFCA du Sussex, il semblait clair qu'un dispositif suspendu était un bon moyen d'effectuer un suivi des habitats benthiques côtiers, variables et sensibles. Aucun problème n'a été rencontré, car ce TUV a fait l'objet d'essais dans un certain nombre d'autres sites et conditions en mer. L'essai a donné quelques idées de modifications pouvant être apportées au dispositif suspendu en vue d'en accroître le potentiel. Suite aux discussions tenues avec l'IFREMER et l'IFCA, l'équipe du MI envisagera d'ajouter un appareil photo indépendant pour capturer des images de meilleure qualité en vue de leur analyse supplémentaire et de leur publication. L'équipe du MI souhaite également utiliser le traîneau pour évaluer les effets de l'hétérogénéité des fonds marins sur les assemblages benthiques, et exploitera une ligne laser en vue d'en mesurer la complexité.

La caméra Go-Pro orientée vers l'arrière a permis de confirmer que même en présence de forts courants, la chaîne de halage a causé des dégâts minimes ; toutefois, l'utilisation d'une chaîne plus légère causera encore moins de dégâts. L'équipe du MI continuera donc à essayer de réduire l'impact de la chaîne, en travaillant avec des navigateurs pouvant contribuer à développer des techniques de contrôle de la vitesse du traîneau en utilisant le navire plutôt que la chaîne de halage.



4.2 Conclusions

Les TUV doivent fournir une information quantitative précise sur les biotes rencontrés et les fonds marins parcourus afin de mesurer la diversité taxonomique, la taille des individus et les indices d'impact. Pour cette raison particulière, l'utilisation d'une conception de traîneau flexible composé d'un cadre solide et du nombre nécessaire de dispositifs et boîtiers semblait constituer la réponse la plus appropriée à apporter face à ces objectifs particuliers. Cette conception, associée à l'exploitation de pointeurs laser, permet de s'assurer que les champs surveillés soient connus et puissent être calibrés de manière à mesurer les fonctionnalités avec précision, ou qu'elles soient exprimées en fonction de la surface faisant l'objet du suivi. En outre, la flexibilité du système permet de s'assurer que les dispositifs optiques puissent être facilement remplacés au fur et à mesure que la technologie évolue.

Dans le cadre du projet PANACHE, un nouveau TUV a été conçu et testé. Le système de TUV de l'IFREMER a été développé suite au besoin grandissant de caractérisation et de suivi des habitats benthiques, tant pour la supervision de la biodiversité dans les réseaux d'AMP que pour la supervision de tout type d'indicateur benthique et d'espèce exploitée. Le TUV de l'IFREMER devait maintenir une production et une maintenance relativement économiques, et il est conçu pour permettre une évolution du nombre et de la nature des capteurs utilisés. Dans l'ensemble, il s'agit d'un équipement simple, solide et très flexible pouvant être utilisé sur l'ensemble du plateau continental, tant en milieu côtier qu'offshore, pour le suivi de l'évolution et de l'état des biotes du fond marin en tant que dispositif complémentaire des études d'évaluation des stocks.

La comparaison de ce système aux deux autres systèmes existants a permis de mettre en évidence des pistes d'amélioration en vue d'accroître son efficacité. Elle a également mis en évidence la plus grande efficacité de la conception déployée sur le fond marin (c'est-à-dire le TUV du MI) dans les zones rocheuses pour lesquelles un déploiement remorqué du TUV de l'IFREMER n'est pas adapté. Les cadres benthiques lourds sont plus stables et plus flexibles à toute profondeur et dans toutes les conditions marines, mais étaient difficiles à manœuvrer sur sol irrégulier. Ils avaient en outre un impact significatif sur le fond marin. D'importantes différences en termes de richesse, de densité, de composition ou de couverture des espèces ont été mises en évidence et sont supposées être dues aux limites de déploiement de chaque équipement et aux différences dans leurs caractéristiques techniques optiques. On considère qu'une bonne intensité lumineuse, et l'utilisation de la résolution HD, accroissent le pouvoir taxonomique des séquences vidéo. Suite à cette étude, une attention particulière doit être apportée au traîneau et aux caractéristiques techniques optiques lors du développement d'un programme de suivi des AMP à moyen ou long terme. Étant donné leur impact important sur les données extraites des séquences vidéo, il n'est pas recommandé de modifier les caractéristiques techniques de l'équipement sur la période du suivi si l'étude a pour objectif de détecter une tendance au fil du temps.

V. Remerciements

Nous souhaitons remercier l'équipage du Watchful et l'équipe de l'IFCA (Charlie Hubbard, Erin Pettifer, Alberto Kavadellas, Kat Nelson, Alice Tebb, Matt Wisemen, Andy McMahon) ainsi que Benoit Gomez (IFREMER) pour leur aide en mer, Rob Clark pour sa contribution à la mise en œuvre du projet et les informations sur le site étudié, Richard Larocque (Institut Maurice Lamontage, *Fisheries and Oceans/Pêches et Océans*, Canada) pour son expertise et ses conseils techniques sur le développement du TUV de l'IFREMER. Nous souhaitons également remercier le programme de coopération européen transfrontalier INTERREG IV A France-Angleterre pour son soutien financier, avec le cofinancement du Fonds européen de développement régional (FEDER – ERDF) dans le cadre du projet PANACHE (*Protected Area Network Across the Channel*).



Références

- Assis, J., K. Narváez & R. Haroun, 2007. Underwater towed video: a useful tool to rapidly assess elasmobranch populations in large marine protected areas. *Journal of Coastal Conservation*, vol.11, n° 3, p. 153-157.
- Carbines, G. & R. G. Cole, 2009. Using a remote drift underwater video (DUV) to examine dredge impacts on demersal fishes and benthic habitat complexity in Foveaux Strait, Southern New Zealand. *Fisheries Research*. vol. 96, n° 2, p. 230-237.
- Clark, R., James, C., Irving, R. 2013. Kingmere Recommended Marine Conservation Zone. Poster. Sussex IFCA and Bangor University
- Dahms, H.-U. & J.-S. Hwang, 2010. Perspectives of underwater optics in biological oceanography and plankton ecology studies. *Journal of Marine Science and Technology*, vol. 18, no° 1, p. 112-121.
- Ehler, C. N. 2003. Indicators to measure governance performance in integrated coastal management. *Ocean & Coastal Management*, vol. 46, n° 3, p. 335-345.
- Fabri, M. C., L. Pedel, L. Beuck, F. Galgani, D. Hebbeln & A. Freiwald, 2013. Megafauna of vulnerable marine ecosystems in French mediterranean submarine canyons: Spatial distribution and anthropogenic impacts. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.dsr2.2013.06.016>.
- Grizzle, R. E., M. A. Brodeur, H. A. Abeels & J. K. Greene, 2008. Bottom habitat mapping using towed underwater videography: subtidal oyster reefs as an example application. *Journal of Coastal Research*, vol. 24, n° 1, p. 103-109.
- Hilborn, R., Stokes, K., Maguire, J. J., Smith, T., Botsford, L. W., Mangel, M., ... & Walters, C. (2004). When can marine reserves improve fisheries management?. *Ocean & Coastal Management*, vol. 47, n° 3, p. 197-205.
- Holmes, T. H., S. K. Wilson, M. J. Travers, T. J. Langlois, R. D. Evans, G. I. Moore, R. A. Douglas, G. Shedrawi, E. S. Harvey & K. Hickey, 2013. A comparison of visual-and stereo-video based fish community assessment methods in tropical and temperate marine waters of Western Australia. *Limnology and Oceanography: Methods*, vol. 11, p. 337-350.
- Hughes, D. & R. Atkinson, 1997. A towed video survey of megafaunal bioturbation in the north-eastern Irish Sea. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, vol. 77, n° 3, p. 635-653.
- Irving, R. A. 1999. *Report of the Sussex Seasearch Project, 1992-1998*. Published by the Sussex Seasearch Project. English Nature, Lewes.
- Irving, R., 2009. *The identification of the main characteristics of stony reef habitats under the Habitats Directive*. Joint Nature Conservation Committee, Peterborough.
- Jonsson, P., I. Sillitoe, B. Dushaw, J. Nystuen & J. Heltne, 2009. Observing using sound and light—a short review of underwater acoustic and video-based methods. *Ocean Science Discussions*, vol. 6, n° 1, p. 819-870.
- Langlois, T., E. Harvey, B. Fitzpatrick, J. Meeuwig, G. Shedrawi & D. Watson, 2010. Cost-efficient sampling of fish assemblages: comparison of baited video stations and diver video transects. *Aquatic Biology*, vol. 9, n° 2, p. 155-168.
- Larocque, R. & M. Thorne, 2012. *Imagerie optique benthique dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent : méthodes et répertoire de projets, 1999-2012 Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques 3017*. Department of Fisheries and Oceans Canada, vii + 40 p.

- Machan, R. & K. Fedra, 1975. A new towed underwater camera system for wide-range benthic surveys. *Marine Biology*, vol. 33, n° 1, p. 75-84.
- Mallet, D., & Pelletier, D., 2014. Underwater video techniques for observing coastal marine biodiversity: A review of sixty years of publications (1952–2012). *Fisheries Research*, vol. 154, p. 44-62.
- Mallet, D., L. Wantiez, S. Lemouellic, L. Vigliola & D. Pelletier, 2014. Complementarity of Rotating Video and Underwater Visual Census for Assessing Species Richness, Frequency and Density of Reef Fish on Coral Reef Slopes. *PLoS one*, vol. 9, n° 1, e84344.
- Morrison, M. & G. Carabines, 2006. Estimating the abundance and size structure of an estuarine population of the sparid *Pagrus auratus*, using a towed camera during nocturnal periods of inactivity, and comparisons with conventional sampling techniques. *Fisheries Research*, vol. 82, n° 1, p. 150-161.
- Norcross, B. L. & F.-J. Mueter, 1999. The use of an ROV in the study of juvenile flatfish. *Fisheries Research*, vol. 39, n° 3, p. 241-251.
- O'Neill, F., K. Summerbell & M. Breen, 2009. An underwater laser stripe seabed profiler to measure the physical impact of towed gear components on the seabed. *Fisheries Research*, vol. 99, n° 3, p. 234-238.
- Patterson, K., 1984. Distribution patterns of some epifauna in the Irish Sea and their ecological interactions. *Marine Biology*, vol. 83, n° 1, p. 103-108.
- Pelletier, D., K. Leleu, D. Mallet, G. Mou-Tham, G. Hervé, M. Boureau & N. Guilpart, 2012. Remote high-definition rotating video enables fast spatial survey of marine underwater macrofauna and habitats. *PLoS one*, vol. 7, n° 2, e30536.
- Pelletier, D., K. Leleu, G. Mou-Tham, N. Guillemot & P. Chabanet, 2011. Comparison of visual census and high definition video transects for monitoring coral reef fish assemblages. *Fisheries Research*, vol. 107, n° 1, p. 84-93.
- Rooper, C. N., 2008. Underwater video sleds: Versatile and cost effective tools for habitat mapping. *Marine habitat mapping technology for Alaska Alaska Sea Grant College Program*, University of Alaska Fairbanks, CD-ROM (This volume).
- Rosenkranz, G. E. & S. C. Byersdorfer, 2004. Video scallop survey in the eastern Gulf of Alaska, USA. *Fisheries Research*, vol. 69, n° 1, p. 131-140.
- Schaner, T., M. G. Fox & A. Carolina Taraborelli, 2009. An inexpensive system for underwater video surveys of demersal fishes. *Journal of Great Lakes Research*, vol. 35, p. 317-319.
- Seiler, J., 2013. *Testing and evaluating non-extractive sampling platforms to assess deep-water rocky reef ecosystems on the continental shelf*. Doctoral thesis, University of Tasmania.
- Sheehan, E. V., S. C. Cousens, S. J. Nancollas, C. Stauss, J. Royle & M. J. Attrill, 2013. Drawing lines at the sand: Evidence for functional vs. visual reef boundaries in temperate Marine Protected Areas. *Marine Pollution Bulletin*, vol. 76, n° 1, p. 194-202.
- Sheehan, E. V., T. F. Stevens & M. J. Attrill, 2010. A quantitative, non-destructive methodology for habitat characterisation and benthic monitoring at offshore renewable energy developments. *PLoS one*, vol. 5, n° 12, e14461.
- Shortis, M., E. Harvey & J. Seager, 2007. A Review of the Status and Trends in Underwater Videometric Measurement. *Invited paper, SPIE Conference*, vol. 6491, p 1. - 26.

- Shucksmith, R., H. Hinz, M. Bergmann & M. J. Kaiser, 2006. Evaluation of habitat use by adult plaice (*Pleuronectes platessa* L.) using underwater video survey techniques. *Journal of Sea Research*, vol. 56, n° 4, p. 317-328.
- Smith, C., A. Banks & K. Papadopoulou, 2007. Improving the quantitative estimation of trawling impacts from sidescan-sonar and underwater-video imagery. *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil*, vol. 64, n° 9, p. 1692-1701.
- Smith, C. J. & H. Rumohr, 2013. *Imaging Techniques*. In Eleftheriou, A. (ed) *Methods for the study of marine benthos*. John Wiley & Sons, 477 p.
- Solan, M., J. D. Germano, D. C. Rhoads, C. Smith, E. Michaud, D. Parry, F. Wenzhöfer, B. Kennedy, C. Henriques, E. Battle, D. Carey, L. Iocco, R. Valente, J. Watson & R. Rosenberg, 2003. Towards a greater understanding of pattern, scale and process in marine benthic systems: a picture is worth a thousand worms. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, vol. 285, p. 313-338.
- Spencer, M. L., A. W. Stoner, C. H. Ryer & J. E. Munk, 2005. A towed camera sled for estimating abundance of juvenile flatfishes and habitat characteristics: comparison with beam trawls and divers. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, vol. 64, n° 2, p. 497-503.
- Stevens, T., E. Sheehan, S. Gall, S. Fowell & M. Attrill, 2013. Monitoring benthic biodiversity restoration in Lyme bay marine protected area: Design, sampling and analysis. *Marine Policy*, vol. 45, p. 310-317.
- Stobart, B., J. A. García-Charton, C. Espejo, E. Rochel, R. Goñi, O. Reñones, A. Herrero, R. Crec'hriou, S. Polti & C. Marcos, 2007. A baited underwater video technique to assess shallow-water Mediterranean fish assemblages: Methodological evaluation. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, vol. 345, n° 2, p. 158-174.
- Stoner, A. W., M. L. Spencer & C. H. Ryer, 2007. Flatfish-habitat associations in Alaska nursery grounds: Use of continuous video records for multi-scale spatial analysis. *Journal of Sea Research*, vol. 57, n° 2, p. 137-150.
- Tessier, A., J. Pastor, P. Francour, G. Saragoni, R. Crec'hriou & P. Lenfant, 2013. Video transect as a complement to underwater visual census to study reserve effect on fish assemblages. *Aquatic Biology*, vol. 18, p. 229-241.
- Tran, M., 2013. *Mapping and predicting benthic habitats in estuaries using towed underwater video*. Doctoral thesis. University of Technology, Sydney.
- Watanabe, T., 2002. Method to estimate the population density of the snow crab *Chionoecetes opilio* using a deep-sea video monitoring system on a towed sledge. *Japan Agricultural Research Quarterly*, vol. 36, n° 1, p. 51-57.
- Watson, D. L., E. S. Harvey, B. M. Fitzpatrick, T. J. Langlois & G. Shedrawi, 2010. Assessing reef fish assemblage structure: how do different stereo-video techniques compare? *Marine Biology*, vol. 157, n° 6, p. 1237-1250.



Annexes

Annexe 1: Carastéristiques détaillées de la MCZ de Kingmere

Géologie de surface

Clark *et al*, (2013) décrivent la géologie de surface de la MCZ de Kingmere, déduite des données issues du sonar à balayage latéral collectées par l'IFCA du Sussex, Tarmac Marine Ltd et Hanson Marine Ltd, avec l'appui des données du Sussex Seasearch publiées par Irving en 1999. Le site comprend d'importantes zones d'affleurements crayeux et deux sites marins d'importance particulière en termes de conservation de la nature (mSNCI) : Worthing Lumps et Kingmere Rocks. Les affleurements crayeux linéaires sont exposés au sud de Kingmere Reef (dans la MCZ) et s'étendent à plus d'1 km, formant ce qui semble être des habitats de nidification privilégiés par les dorades. Autour des principaux récifs exposés et des paléochenaux colmatés, le substrat rocheux appartient au

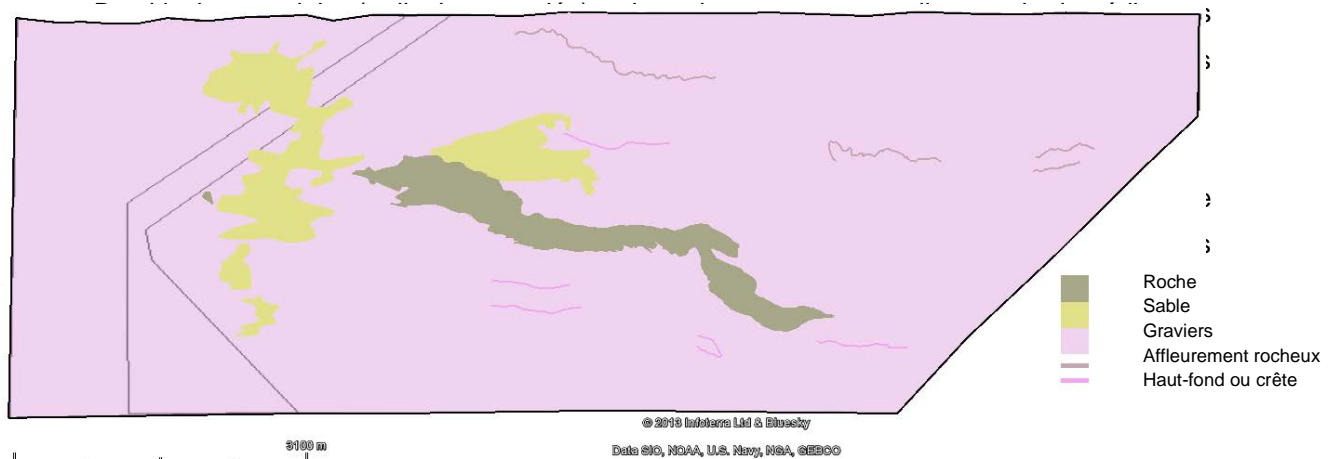


Fig.16 .Géologie de surface dans la MCZ de Kingmere MCZ (Clark *et al*, 2013).

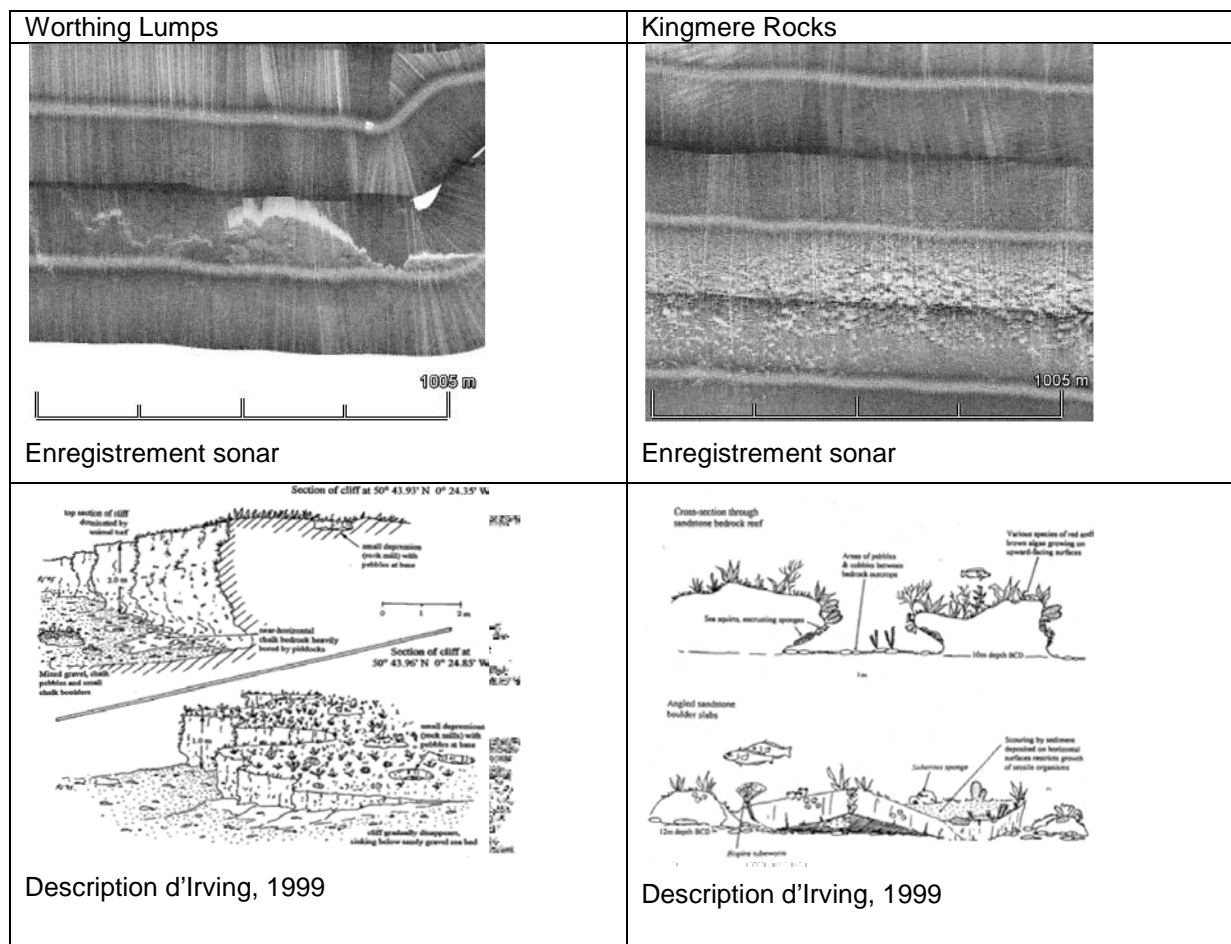


Fig. 17. Sonar à balayage latéral et illustrations de la mSNCI de Worthing Lumps et de Kingmere Rocks.

Caractéristiques de la MCZ

Les caractéristiques désignées en vue d'être protégées dans la MCZ de Kingmere sont les suivantes : craie subtidale, dorade grise et rocher infralittoral avec sédiment mixte. Kingmere est l'un des sites de frai les plus connus (et potentiellement les plus importants du Royaume-Uni) pour les dorades grises (*Spondyliosoma cantharus*) et le substrat rocheux et recouvert d'un placage de sédiments offrant un habitat privilégié pour la ponte.

Activités halieutiques

Chalutage

La pêche commerciale de dorades grises au large de l'ouest du Sussex, en termes de débarquements, est dominée par les chaluts-bœufs, avec environ 3 paires de chaluts actuellement en activité. Le chalut-bœuf est exploité autour des limites de Kingmere Rocks, dans la délimitation de la MCZ. Les chaluts contournent généralement la bordure orientale de Kingmere et passent entre Kingmere et Shelley Rocks à l'est. Un ou deux navires (de moins de 10 m) équipés de chaluts à planches peuvent pénétrer le site pour la pêche à la seiche (mai-juillet).

Pêche au filet

Une activité généralisée de pêche au filet est exercée dans le site, pour les dorades, les soles, les plies et les bars. Au début de la saison de la dorade grise, on peut noter une activité de pêche statique et au filet fixe, localisée et intense, avec 3 ou 4 flottes de filets à travers Kingmere Rocks. La pêche est actuellement caractérisée par une étendue économique relativement limitée et n'est pas exercée à grande échelle.

Pêche au casier

La pêche au casier pour les homards représente l'activité de pêche la plus importante à Kingmere durant les mois d'été (de fin mai à septembre).

Pêche à la ligne en mer

La pêche de loisir à la dorade grise est très importante à Kingmere et le site est exceptionnel pour la communauté locale de pêcheurs à la ligne. La zone est extrêmement fréquentée par les navires privés et les exploitants de navires affrétés. Au printemps et en été, plus de 20 navires sont régulièrement enregistrés par les IFCO en patrouille, pour atteindre un maximum de 30 navires environ.

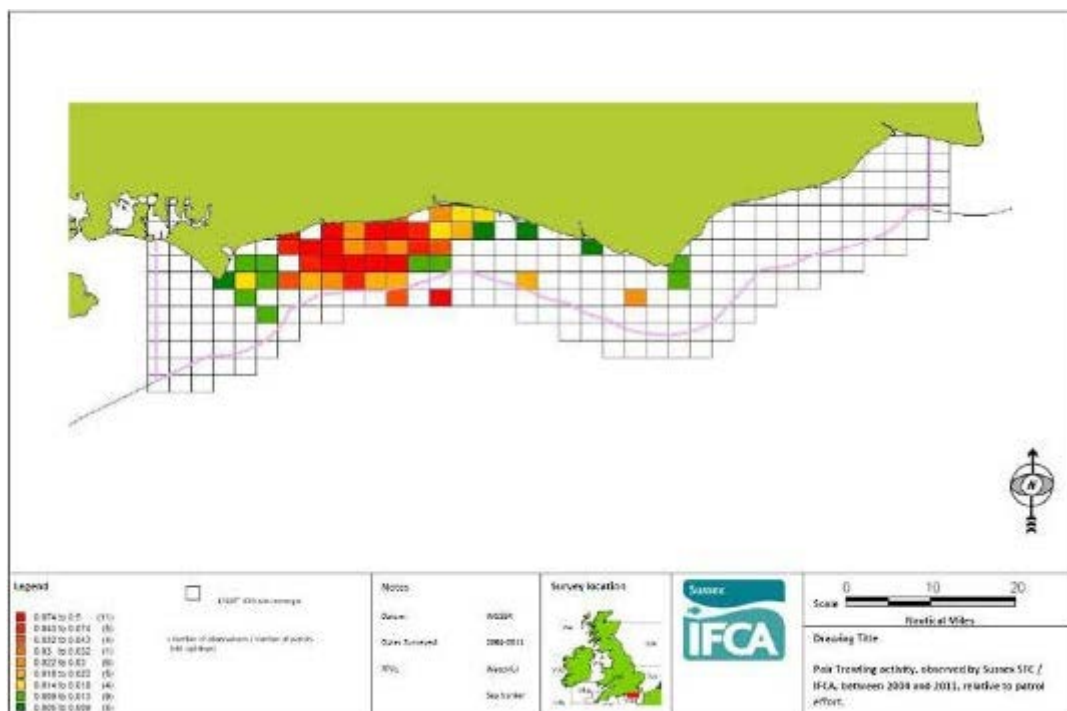


Fig. 17. Carte de l'effort de pêche de l'IFCO du Sussex illustrant l'activité de pêche au chalut-bœuf observée par le SFC / IFCO du Sussex entre 2004 et 2011.

Annexe 2: Questions de transférabilité

1. Brève description de l'étude et des données collectées.

Cette étude évalue l'utilisation de dispositifs vidéo sous-marins remorqués comme des techniques efficaces et non destructives de suivi des caractéristiques écologiques marines au sein de ces zones particulièrement sensibles. Trois traîneaux remorqués différents sur le plan technique ont été testés sur différents types de fonds marins (rocheux, mixtes et sablonneux) dans la même MPA, la Zone de conservation marine (MCZ) de Kingmere. Chaque traîneau a été évalué en vue de comparer les différentes caractéristiques, forces et faiblesses de chaque engin dans le but de formuler des recommandations sur leur futur usage et une comparabilité des données entre les différents systèmes.

2. À quel niveau cette méthodologie peut-elle être utilisée ? Par exemple, les données collectées peuvent-elles être utilisées au niveau d'un site d'AMP unique, au niveau régional, au niveau national, au niveau européen et/ou au niveau international ?

Cette méthodologie peut être exploitée au niveau d'un site d'AMP unique, au niveau régional, au niveau national, au niveau européen et/ou au niveau international car les résultats ne sont pas spécifiques à l'AMP dans laquelle les travaux sur site ont été réalisés.

3. La méthodologie peut-elle être transférée à différents sites d'AMP ? Veuillez également indiquer pour quel sites / quelles caractéristiques des AMP ou espèces cette méthodologie serait / ne serait pas adaptée.

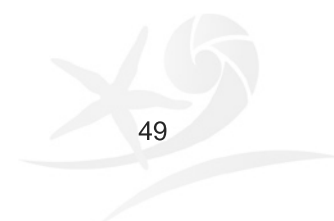
Cette étude est pertinente lorsqu'il s'agit d'exploiter des systèmes vidéo sous-marins remorqués.

4. Comment cette méthodologie et ces données s'articulent-elles avec les programmes de suivi des AMP existants au Royaume-Uni et en France et fournissent-elles des informations à ces programmes ?

Cette méthodologie et ces données fournissent des informations pertinentes pour les futurs programmes de suivi au Royaume-Uni et en France. Elles donnent des conseils sur la sélection de l'équipement approprié, et les éléments qu'il convient de garder à l'esprit en ce qui concerne le partage des données entre organisations et pays.

5. Quelles sont les similitudes / différences actuelles entre l'application de la méthodologie au Royaume-Uni et en France ?

L'Angleterre et la France exploitent des équipements vidéo sous-marins remorqués pour recenser les assemblages benthiques dans les Aires marines protégées. Les différences entre les types d'équipements, notamment au niveau de l'impact, du coût, de l'utilisabilité, etc. constituent le point central de ce rapport.



6. Quelles sont les similitudes / différences actuelles entre les modalités d'analyse des données au Royaume-Uni et en France ?

Sans objet : toutes les données de ce rapport ont été analysées par le *Marine Institute* de l'Université de Plymouth car l'objectif était d'étudier les différences entre les méthodologies d'échantillonnage.

7. Sur la base de cette étude collaborative, veuillez formuler des recommandations sur la comparaison de cette méthodologie et des données collectées entre les sites d'AMP d'Angleterre et de France.

Nous avons découvert que si les données devaient être partagées entre les sites en Angleterre et en France, des TUV identiques devaient être déployés sur les deux sites, ou les données devront être calibrées avant analyse.

8. Quel a été le coût de cette étude ?

Le coût total de ce projet était de 220 702,03 Euros répartis comme suit : IFREMER = 186 182,00 Euros ; IFCA = 16 285,58 Euros ; UoP = 18 234,44 Euros.

9. Dans quelle mesure cette méthodologie est-elle économique pour le suivi des AMP ? Veuillez également suggérer des pistes permettant de rendre cette méthodologie plus économique.

Ces méthodes sont extrêmement économiques pour le suivi des AMP. Des kilomètres de fonds marins peuvent être enregistrés chaque jour, de manière reproductible et fiable. Les données enregistrées peuvent également être utilisées pour de multiples fonctions, et si elles sont stockées, constituer un catalogue écologique historique utilisable pour de futurs usages.

À l'avenir, le suivi benthique pourra être encore plus économique grâce à la vidéo sous-marine automatisée ou l'analyse vidéo automatisée. Toutefois, ces deux applications sont toujours en cours de développement, tandis que les systèmes vidéo sous-marins sont actuellement adaptés à l'objectif souhaité et constituent des outils efficaces pour le suivi des AMP. Ils sont de plus en plus économiques grâce aux avancées de la technologie et aux coûts de matériel et de stockage des données en baisse.

10. Comment ces informations et cette expertise ont-elles été échangées entre les partenaires ? Veuillez préciser les réunions, les échanges d'e-mails, les rencontres en personne, les groupes de travail, etc. ayant conduit au développement de ce projet.

Les échanges entre partenaires du projet ont débuté par des appels téléphoniques et des e-mails, puis tous les partenaires se sont rassemblés lors d'une réunion PANACHE avant de nous retrouver pour nos travaux sur site dans le Sussex. Suite à un certain nombre d'appels



téléphoniques et d'e-mails, le groupe s'est rassemblé dans le cadre de deux autres réunions de projet avant la réalisation du rapport.

1^{ère} réunion au Havre en novembre 2011

2^{ème} réunion au Havre en novembre 2012

3^{ème} réunion à Plymouth en mars 2013

Travaux sur site dans le Sussex à l'été 2013

4^{ème} réunion à Boulogne-sur-Mer en novembre 2013

5^{ème} réunion à Douvres en mars 2014

11. Comment cette collaboration a-t-elle permis de développer une capacité de suivi des AMP dans votre organisation ?

Cette collaboration a permis de tisser des liens importants entre les organisations et les pays, de sorte que les futurs travaux de suivi puissent être réalisés de manière collaborative et avec une plus grande efficacité. Nous avons établi des relations utiles que nous envisageons d'exploiter dans le cadre de futures subventions potentielles. Le financement nous a également permis de tester l'impact de notre équipement de recherche sur l'environnement. Cela nous a aidés à nous assurer que nous utilisons un équipement économique, efficace en termes de temps et non destructif pour le suivi des AMP à travers la Manche et au-delà.

12. Comment cette collaboration peut-elle être développée à l'avenir ?

Nous souhaiterions développer ces collaborations à l'avenir afin de répondre aux questions de recherche en ce qui concerne la science des AMP. Notre collaboration nous permettra de réaliser des applications scientifiques plus fiables exploitant plusieurs sites d'AMP à travers les frontières plutôt que des études spécifiques ciblant des sites uniques. L'expertise issue des différents pays et organisations est également variée, ce qui a renforcé nos applications scientifiques suite à notre collaboration.

13. Pouvez-vous formuler des suggestions sur le partage de votre étude pour donner une meilleure indication globale de l'impact des AMP au niveau des hommes et de la biodiversité ?

Les résultats de cette étude peuvent être exploités en vue de promouvoir un suivi efficace et non destructif, permettant une évaluation fiable de l'efficacité des AMP pour la promotion d'écosystèmes sains et durables. En déterminant dans quelle mesure les AMP fonctionnent conformément aux attentes, il est possible de prendre des décisions de gestion informées en ce qui

concerne le contrôle de l'impact humain au niveau de l'environnement marin. Les résultats de ce rapport seront désormais publiés dans la littérature scientifique destinée à un public de pairs afin que ces informations puissent être diffusées auprès d'un large public international. Les résultats de cette étude seront également présentés aux parties prenantes concernées lors de la réunion finale de projet PANACHE et VALMER en 2015.





PANACHE

Protected Area Network Across
the Channel Ecosystem

PANACHE is a project in collaboration between France and Britain. It aims at a **better protection** of the Channel marine environment through the **networking** of existing marine protected areas.

The project's five objectives:

- **Assess** the existing marine protected areas network for its ecological coherence.
- **Mutualise** knowledge on monitoring techniques, share positive experiences.
- **Build** greater coherence and foster dialogue for a better management of marine protected areas.
- **Increase** general awareness of marine protected areas: build common ownership and stewardship, through engagement in joint citizen science programmes.
- **Develop** a public GIS database.

France and Great Britain are facing similar challenges to protect the marine biodiversity in their shared marine territory: PANACHE aims at providing a **common, coherent and efficient reaction**.

PANACHE est un projet franco-britannique, visant à une **meilleure protection** de l'environnement marin de la Manche par la **mise en réseau** des aires marines protégées existantes.

Les cinq objectifs du projet :

- **Étudier** la cohérence écologique du réseau des aires marines protégées.
- **Mutualiser** les acquis en matière de suivi de ces espaces, partager les expériences positives.
- **Consolider** la cohérence et encourager la concertation pour une meilleure gestion des aires marines protégées.
- **Accroître** la sensibilisation générale aux aires marines protégées : instaurer un sentiment d'appartenance et des attentes communes en développant des programmes de sciences participatives.
- **Instaurer** une base de données SIG publique.

France et Royaume-Uni sont confrontés à des défis analogues pour protéger la biodiversité marine de l'espace marin qu'ils partagent : PANACHE vise à apporter **une réponse commune, cohérente et efficace**.

- www.panache.eu.com -

Financed by / financé par



PANACHE Project partners / Partenaires du projet PANACHE

