PROJET CARTHA
Usage d'un AUV pour la cartographie des habitats, Finistère (29)

Période de mise en œuvre du projet 2022-2025

FICHE RETOUR D'EXPÉRIENCE

AUTEURS

Melvin LE GLEUT (SEABER)
Adrien BERNE (LEMAR)
Maïwenn HERLEDAN (LEMAR)

IDENTITÉ DU PROJET

ENJEUX IDENTIFIÉS

Bancs de maërl

ANIMATION/PARTENARIATS

Projet porté par :
SEABER

Appui scientifique :
Laboratoire des sciences de l'environnement marin (LEMAR)

Gestionnaire du site N2000 :
Parc Naturel Régional d'Armorique

CONTACTS

SEABER
Vidal TEIXEIRA
Co-funder&CEO
vidal@seaber.fr

Melvin LE GLEUT
Ingénieur AUV
melvin@seaber.fr

LEMAR
Laurent CHAUVAUD
Directeur de Recherche
laurent.chauvaud@univ-brest.fr

Maïwenn HERLEDAN
Ingénieure
maiwenn.herledan@univ-brest.fr

Adrien BERNE
Ingénieur
adrien.berne@univ-brest.fr

LOCALISATION

ZSC FR5300046 « Rade de Brest, Estuaire de l'Aulne », Finistère

Historique et contexte de la démarche

Aujourd'hui, l'une des seules pratiques pour étudier les habitats benthiques côtiers repose sur l'utilisation de plongeurs. Ce processus peut s'avérer long et coûteux surtout pour les gestionnaires de sites N2000 ne possédant pas ou peu de moyens à la mer.

En 2022, le Life Marha a lancé un appel à manifestation d'intérêt dans le but de dynamiser le développement technologique pour le suivi des habitats marins. En réponse à cet appel, la société SEABER appuyée du LEMAR a proposé le projet Cartha visant l'étude de l'usage de micro-AUVs équipés de moyens de géolocalisation précis pour réaliser des images par photogrammétrie, permettant la cartographie d'habitats benthiques côtiers.
L'intérêt de cette méthode est de couvrir de plus grandes zones de manière rapide et précise avec plus d'autonomie.

Afin de réaliser le projet, l'AUV (autonomous underwater vehicle) YUCO de l'entrprise SEABER a été équipé d'une caméra Swordfish d'Arctic Rays : caméra sous-marine industrielle, plus performante qu'une GoPro et facilement intégrable à l'AUV. A cela s'est ajoutée une lumière déportée spécialement développée par l'entreprise Arctic Rays pour les besoins du projet afin d'optimiser l'éclairage.

L'étude a donc consisté à tester l'efficacité de l'AUV à acquérir des images sous-marines pour obtenir un rendu photogrammétrique précis, notamment pour la réalisation d'orthomosaïques et de cartes d'habitats des bancs de maërl du site N2000 « Rade de Brest, Estuaire de l'Aulne ».
Le principe de la photogrammétrie repose sur le recouvrement des images. Deux types de recouvrement sont à considérer : Le recouvrement intra-transect, chevauchement d'images prises le long d'un même trajet, et le recouvrement inter-transect, chevauchement d'images entre des trajets parallèles ou croisés. Pour obtenir une reconstruction cohérente et de qualité, un recouvrement intra-transect de 80% est nécessaire, ce qui signifie qu'un même point doit être identifiable sur au moins cinq images.
Cet habitat sensible permet la création de micro-habitats favorisant l'installation d'une forte densité de faune et de flore (+ de 2400 espèces dont certaines endémiques à l'habitat) et l'apport de nombreux services écosystémiques, mais menacés par diverses activités anthropiques.

crédit photo : Life Marha

COÛTS

- **Acquisition du matériel :**
54 858€ TTC

- **Coûts de développement :**
77 742€ TTC

Coût global du projet :
132 600€ TTC

MOYENS MATERIELS

- N/O Albert LUCAS (BR 929111)
- Micro AUV YUCO LUMEN & YUCO SCAN-CAM
- Logiciel Agisoft Metashape

FINANCEMENTS

- **Life Marha (68%)**
90 000€ TTC

- **SEABER (32%)**
42 600€ TTC

CALENDRIER

- **Campagne d'essai n°1**
28 et 29/11/2024

- **Campagne d'essai n°2**
16/01/2025

- **Campagne d'essai n°3**
17 et 18/02/2025

ZONES PROSPECTEES

- **Zone de dragage, Le Squiffiec**
Plougastel-Daoulas

- **Pointe du Bendy**
Logonna-Daoulas

- **Anse de Camaret**

- **Chenal de l'Aulne**

Caractéristiques techniques

Les caractéristiques techniques du complexe caméra et lumière d'Arctic Rays sont listées dans le tableau ci-dessous.
Il est à noter que l'entreprise a été rachetée par INKFISH qui a mis fin à la vente et à la production des produits Arctic Rays en 2025.

PARAMETER	SPECIFICATION
Model Number	AR922
Depth Rating	300msw (984 fsw)
Operating Temperature	0°C to 40°C
Dimensions	Camera Module: Ø 120mm x 142mm (installed length) Lighting Module: Ø 120mm x 94mm (installed length)
Housing Materials	6061-T6 Aluminum (AHC black), Sapphire camera viewport, Acetal (Delrin) bezel, Acrylic lighting window, 316SS fasteners
Power	9-36Vdc @ 9-62W (depending on lighting & imaging modes)
Camera Sensor	12.3MP (4096x3000), 1.1" format, back-illuminated color CMOS with Global Shutter
Camera Optics	12mm f/1.8-16 fixed-focal-length lens, 24MP-rated. < -0.26% distortion (max)
LED Lighting	60,000 lm (strobe mode), 6,000 lm dimmable (torch mode), 5700K color temperature, 80 CRI (min)
Max Strobe Pulse / Rate	5ms / 2Hz
Angle of View	In Air: 61°(H) x 47°(V) x 72°(D) In Water: 45°(H) x 35°(V) x 52°(D)
Field of View	In Water: 79%(H) x 58%(V) x 98%(D) of altitude
Depth of Field	2-6m altitude (aperture at f/2.5, focused at 4.0m)
Imaging Altitude	3-5m (recommended)
Control	RS232 Serial
Data Download	Gigabit Ethernet
Max Rep Rate (12.3MP stills)	~4Hz (depending on format and lighting)
Video Modes	720pHD @ 60fps, 1080pFHD @ 30fps, 4K UHD @ 10fps
Onboard storage	1TB, solid-state drive (SSD)

Protocole mis en œuvre

1. **Scan de la zone d'étude** à l'aide du YUCO SCAN-CAM afin d'identifier les différents types d'habitats présents.
2. **1ère prise de photos** à l'aide du YUCO LUMEN à 3m d'altitude.
3. **Passage successif avec le YUCO LUMEN** en mode photo (ou vidéo si 2m d'altitude ou moins) à différentes altitudes en fonction des résultats du 1er passage afin d'obtenir une visibilité suffisante.
4. **Création d'images à partir de vidéo**. Les vidéos capturées par l'AUV ont été converties en images à un framerate maximal de 30 images par seconde.
5. **Création d'une table de référence**. Une table de référence a été créée, contenant la position estimée de chaque image basée sur la position de l'AUV. Cependant, une erreur cumulative affecte l'estimation de la position de l'AUV, et les contraintes géométriques associées à chaque image présentent une légère imprécision.
6. **Import des données dans Agisoft Metashape**. Les images et la table de référence ont été importées dans le logiciel Agisoft Metashape pour traitement.
7. **Alignement des photos**. Les photos ont été alignées pour créer un modèle 3D cohérent. L'interpolation artificielle de la position de l'AUV pour chaque image a été testée, mais les écarts de positionnement deviennent significatifs, entraînant des incohérences dans la reconstruction.
8. **Création d'un nuage de points.** Un nuage de points dense a été généré à partir des images alignées.
9. **Projection d'une orthomosaïque**. Une orthomosaïque a été projetée à partir du nuage de points pour fournir une vue d'ensemble précise et géoréférencée de la zone étudiée.

crédit photo : Life Marha

Bilan

Il est à noter que la Rade de Brest abrite une zone militaire. Une demande d'autorisation de recherche scientifique auprès de la préfecture maritime de l'Atlantique a été réalisée en amont de la campagne de test.

Le principal problème rencontré par l'AUV durant ce projet est le manque de visibilité en raison d'une turbidité trop élevée. Même si la caméra choisie est une caméra sous-marine éprouvée, et plus performante qu'une GoPro habituellement utilisée, cette faible visibilité combinée aux contraintes d'un AUV (vitesse, altitude de navigation) limite ses performances. La période de test entre Novembre et Février n'offre pas les meilleures conditions en terme de visibilité et de disponibilité (tempêtes, peu d'ensoleillement…). Une piste d'amélioration serait d'avancer la période de test en évitant la période de recouvrement du maërl par les algues. Une autre piste serait d'utiliser une caméra plus performante équipée d'algorithme de traitement de la turbidité, mais ce type de caméra est plus onéreux et difficilement intégrable sur l'AUV.

Une autre difficulté observée consiste à devoir repositionner les images pour la photogrammétrie du fait de l'erreur de positionnement de l'AUV. L'utilisation d'un MARVEL CAMERA au lieu d'un YUCO CAMERA (AUV équipé d'un système de positionnement acoustique USBL) permettrait de réduire considérablement cette erreur de positionnement et donc de gagner du temps dans le post-traitement des images.

Enfin, la lumière placée sur l'AUV a été développée par Arctic Rays, fabriquant de la caméra, spécialement pour être intégrée sur l'AUV et séparer la lumière de la caméra afin d'améliorer l'éclairage. Cependant la disposition et l'orientation de la caméra et de la lumière ne sont pas forcément idéales car pointées directement vers le sol. Un système orienté « vers l'avant » de l'AUV (avec un angle à définir) pourrait améliorer le champ de vision et par conséquent les acquisitions, mais nécessiterait une refonte totale du système afin d'obtenir un éclairage suffisant. Une étude est en cours chez Seaber dans ce sens pour trouver un nouveau système.

Avantages	Inconvénients
• Couverture d'une large zone d'étude • Profondeur importante atteignable (300m) • Post traitement d'images pour photogrammétrie • Eclairage puissant (60k Lumen), sur-mesure et optimisé pour l'AUV	• Dépend de la turbidité (min 3m de visibilité nécessaire) • Post traitement long (repositionnement des images) • Petits détails difficiles à identifier (maerl) • Orientation de la caméra et de l'éclairage fixe et perpendiculaire au sol (champ de vision réduit)

Améliorations
• Optimiser les créneaux et zones de déploiement pour avoir une visibilité permettant d'exploiter la caméra de manière optimale • Utiliser le système de repositionnement acoustique USBL afin d'améliorer le positionnement des images (gamme MARVEL de SEABER) • Recherche pour optimiser l'intégration du système caméra/lumière sur l'AUV (orientation de la caméra, éclairage, traitement de la turbidité?, etc.)

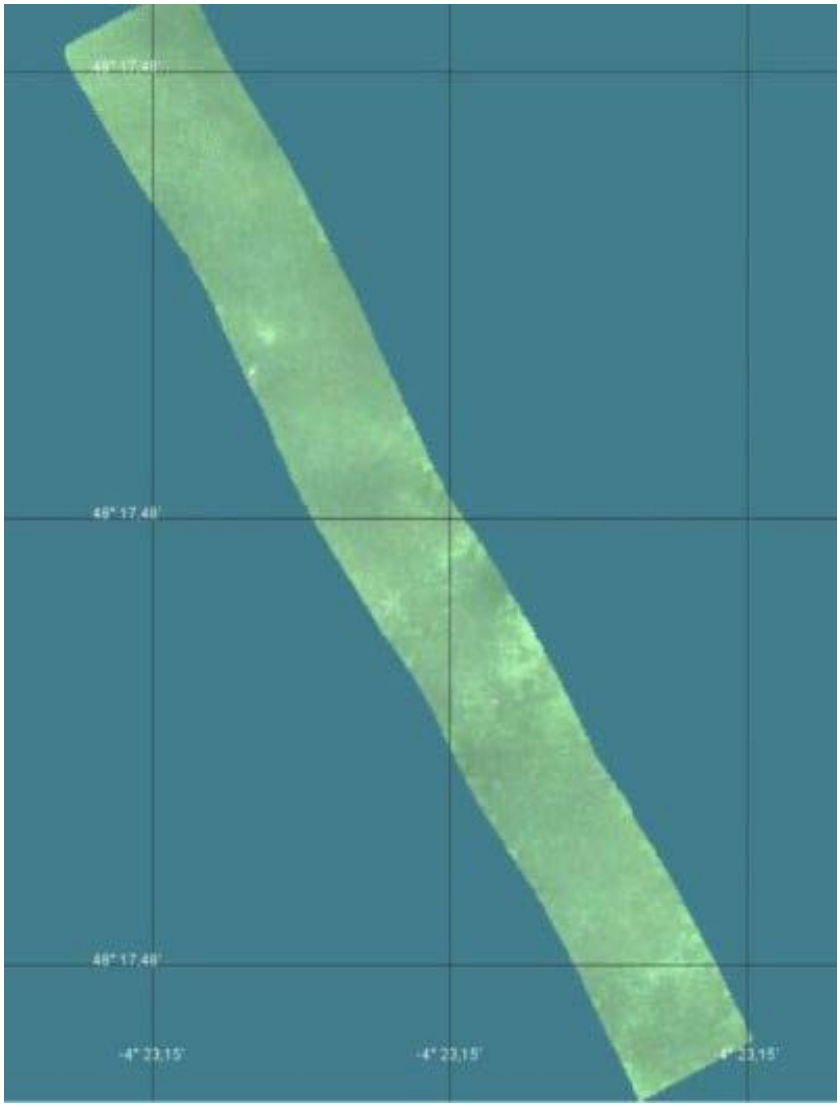
Communication

Plusieurs action de communication ont ou vont être mise en place :
- Participation à la conférence de clôture du Life Marha : réalisation d'un poster ;
- Présentation du projet prévu à la ZABRI (Zone Atelier Brest Iroise) ;
- Présentation du projet durant la journée de présentation de projets pour le développement technologique pour le suivi des habitats marins organisée par l'IFREMER

crédit photo : Life Marha

Illustrations

Identification du fond marin à l'aide du YUCO-SCAN (crédit : Seaber)



Orthomosaïque effectuée à partir d'une vidéo du YUCO LUMEN (crédit : Adrien Berne)

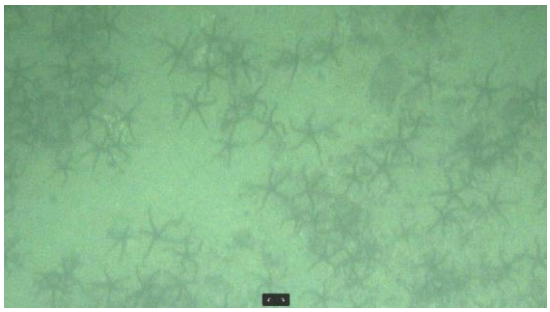


Photo d'ophiures à l'aide du YUCO LUMEN (crédit : Seaber)