

Louis Amand<sup>a,b</sup>, Marc Morand<sup>b</sup>, Yiuri Garino<sup>b</sup>, Alexis Martin<sup>a</sup>

a) Laboratoire de Biologie des Organismes et Ecosystèmes Aquatiques (**BOREA**), CNRS-8067, Sorbonne Université MNHN, IRD 207, UCN, UA, (France)

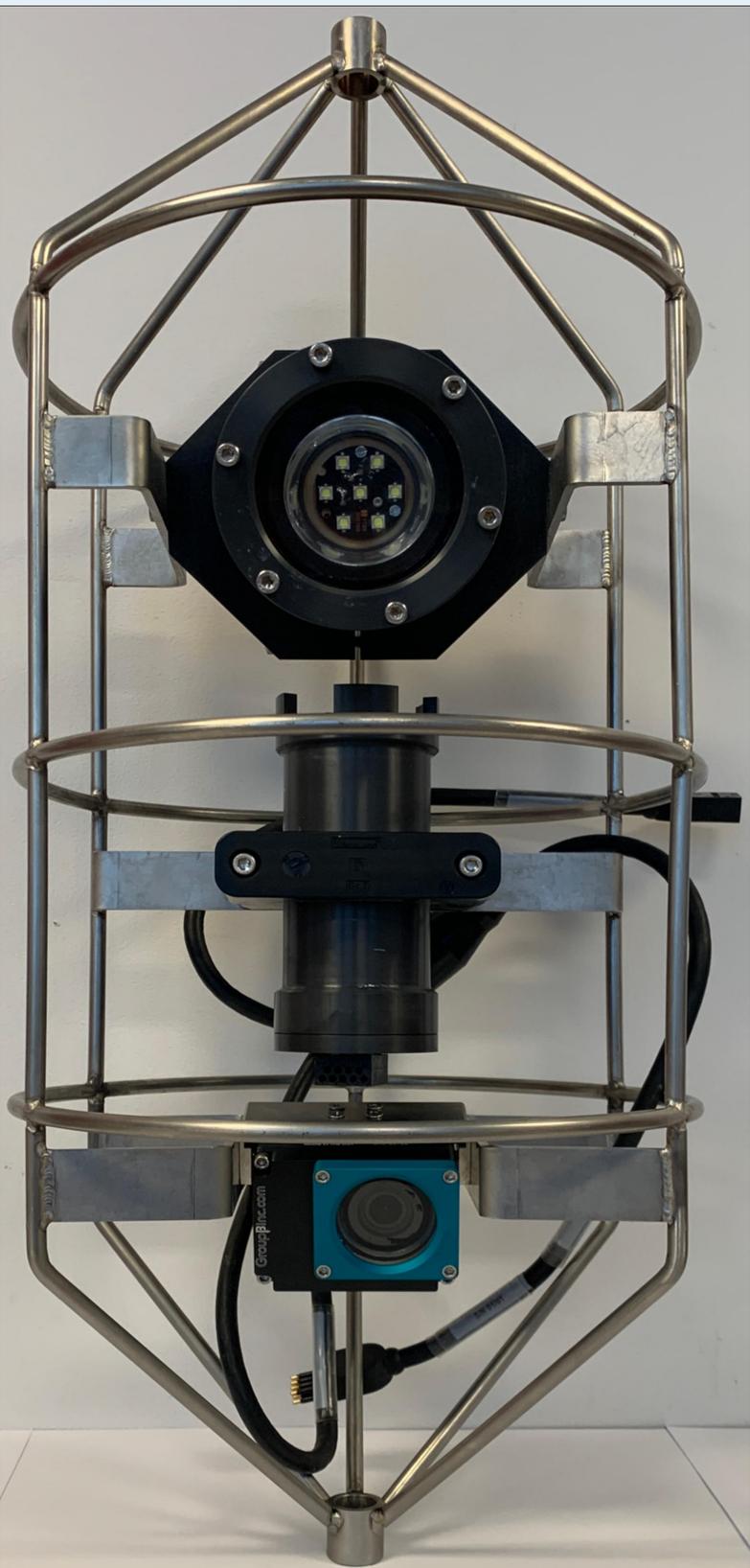
b) Institut de Minéralogie, de Physique des Matériaux et de Cosmochimie (**IMPIC**), CNRS-7590, Sorbonne Université, MNHN, IRD, (France)

### Résumé :

Le projet BENDICAM commence en 2019 et a pour objectif de développer un modèle de caméra sous-marine autonome dédié à l'observation des écosystèmes benthiques profonds. Il s'inscrit dans le contexte du suivi scientifique des pêcheries et des réserves naturelles françaises de l'océan Austral par le Muséum national d'Histoire naturelle (**MNHN**). Ce suivi repose sur la mise en œuvre de protocoles d'observation réalisés par les observateurs scientifiques embarqués à bord des navires lors d'opérations de pêche commerciale ou de campagnes halieutiques d'évaluation des stocks de poissons.

Le développement technologique est assuré par deux équipes d'ingénieurs collaborant sur les aspects mécanique haute pression (**BOREA**) et électronique avancée (**IMPIC**).

Début 2022, après avoir été entièrement développée, assemblée et testée dans nos laboratoires, BENDICAM V1 a été livrée au MNHN pour être utilisée lors de prochaines opérations de pêche dans les TAAF et permettra ainsi d'améliorer la qualité du suivi scientifique, en rendant accessibles des informations qui ne sont aujourd'hui pas collectées faute de disponibilité d'une technologie dédiée.



### Module Lumière

- Boîtier aluminium avec anodisation dure
- 22 x Ø10cm
- Hublot en PMMA (type Plexiglass)
- Profondeur jusqu'à 3000m
- Projecteur 7 LED Cree XM-L U2 puissance 17W
- Pilotage ON/OFF contrôlé par le Module Principal
- Batterie Lithium ion (14.8V-5200mAH)
- Autonomie 3h à 4°C
- Electronique embarquée (circuit imprimé, boost convertier, driver de LED)
- Soupape de sécurité (évite la surpression interne en cas de problème de batterie – ouverture à 0,8bar)



### Module Camera

- Boîtier commercial Benthic2 de GroupBinc
- 8,6 x 7,6 x 6,3cm
- Profondeur jusqu'à 2600m
- Camera Gopro Hero 4 Silver HD
- Qualité 1080p 60fps
- Carte SD 256GB
- Système Bullet de synchronisation avec le Module Principal (pilotage de la caméra)



### Module Principal

- Boîtier aluminium avec anodisation dure
- 16,5 x Ø7,5cm
- Profondeur jusqu'à 3000m
- Microcontrôleur Arduino embarqué
- Contrôle du séquençage vidéo du Module Caméra
- Sélecteur manuel du programme d'acquisition vidéo
- 16 programmes implémentés
- Contrôle de la synchronisation de l'éclairage du Module Lumière
- Batterie Lithium ion (7.27V – 7000mAH)
- Soupape de sécurité (évite la surpression interne en cas de problème de batterie – ouverture à 0,7bar)



### Autres éléments

- Transmission de l'énergie et de l'information par câbles et connecteurs Subconn Micro Low Profile
- Bâti mécanosoudé résistant aux chocs
- Etanchéité par joints O-ring Viton
- Assemblage par visserie inoxydable pour résistance à la corrosion
- Chargement des batteries sans démontage



### ->> BENDICAM V2 ->>

- Refonte du design global (compacité, facilité à mettre en œuvre...)
- Nouvelle électronique embarquée
- Nouveau module caméra HD
- Extension profondeur d'exploration : 3000m
- Ajout de deux lasers pour servir d'échelle sur les prises d'images et/ou vidéo
- Ajout de projecteurs et d'une caméra infra rouge pour filmer « dans l'obscurité profonde »
- Nouvelle batterie pour meilleure autonomie
- Ajout d'un module avec multiples capteurs physicochimiques :
  - Capteur pour mesure de salinité
  - Capteur pour mesure de turbidité
  - Sonde de pression
  - Sonde de température

### Tests V1

- Puissance de l'éclairage testée avec ILM 1337 Digital Light Meter
- Test communication Arduino/Camera/Led
- Test autonomie des batteries à froid
  - 3h pour le module lumière
  - 8h pour le module principal
- Test résistance mécanique des différents modules sous pression à 260 bars
- Test simulation acquisition vidéo
- Test capacité de stockage mémoire selon qualité vidéo

➤ **BENDICAM V1 validé et opérationnel à 4°C et 260bars**

- 2020 : Le projet BENDICAM est lauréat des *Initiatives de Développement de Technologies* du Réseau de technologie des hautes pressions du CNRS qui le soutient à hauteur de 5000€
- 2021 : Le projet BENDICAM est mis à l'honneur en étant à la première place des *Faits marquants 2019-2020* de la Fédération Ile-De-France de Recherche en Environnement (FIRE)