4. Collecte des observations

4.1. Description des systèmes

Le KOSMOS est un système opérationnel pour le suivi de la macrofaune et des habitats côtiers. Il est autonome et sans appât, il tourne de 60° toutes les 30 secondes (Pelletier et al., 2021). Le caisson caméra contient une caméra dont le rendu couleur est bon et similaire à celui des vidéos fournies par les systèmes STAVIRO (autonomie entre 2 et 6h selon le nombre de batterie installées). Le dispositif de largage du KOSMOS (Figure 1) permet de le mettre en place et le récupérer depuis le bateau. Toutes les manipulations se font donc à bord du bateau et la mise en œuvre ne nécessite pas de plongeurs.

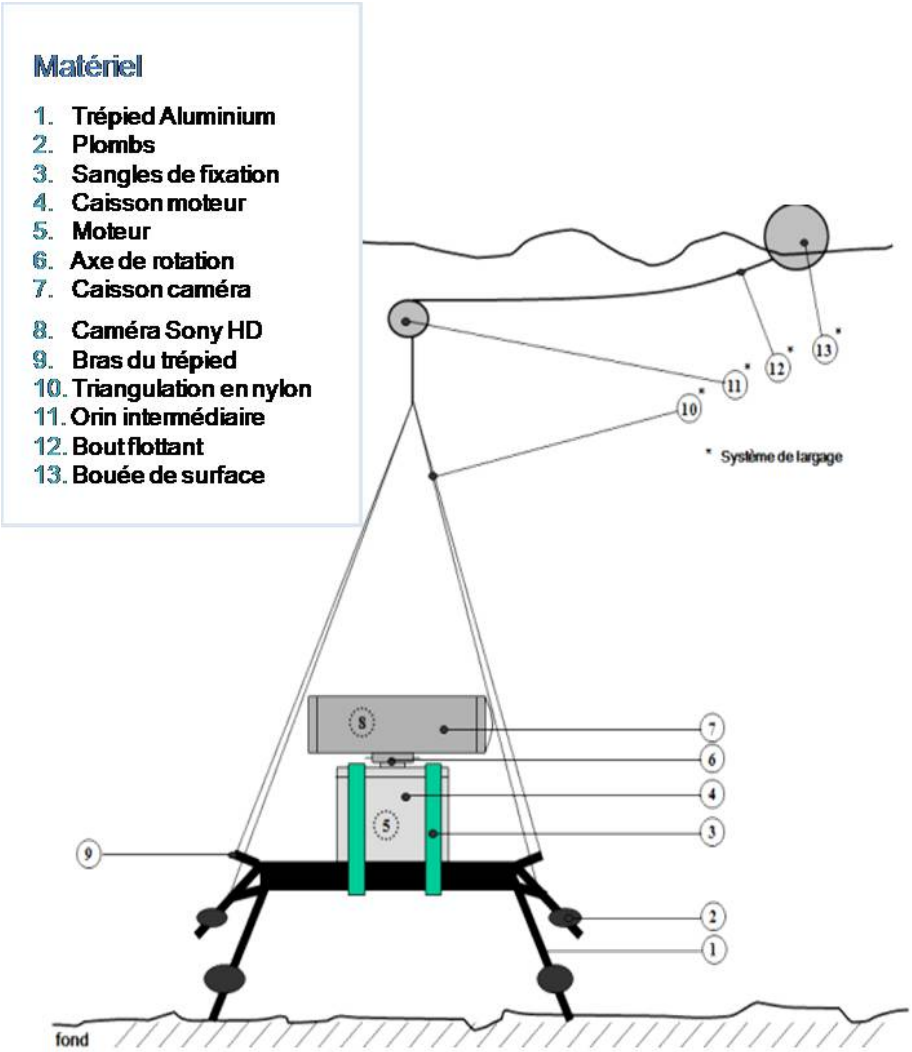
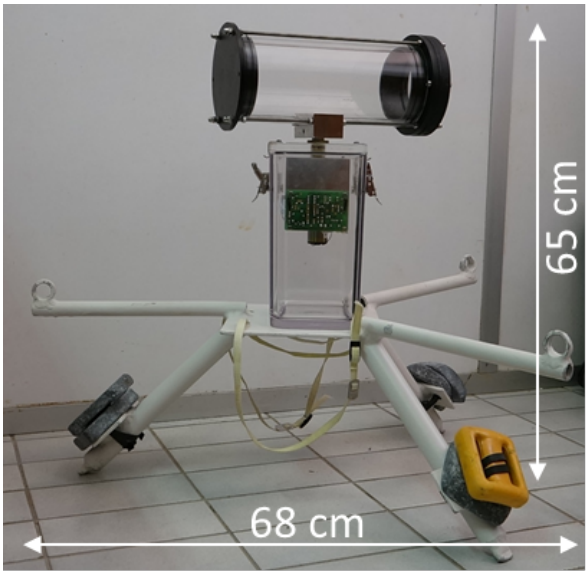
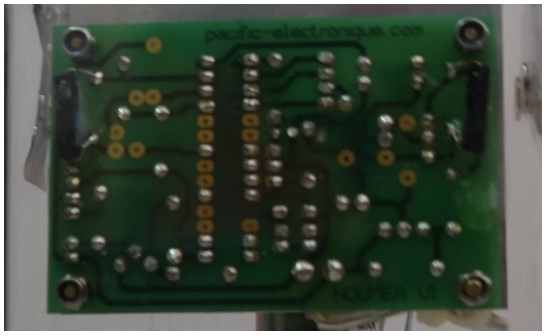


Figure 1. Schéma technique du STAVIRO.

La hauteur du système, hors dispositif de largage est de 65cm et son empattement de 68 cm (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). Ce trépied bas, lesté de 6kgs, confère une grande stabilité au système et garantit une descente verticale qui facilite la pose.
Photo KOSMOS monté + arduino + tube et moteur





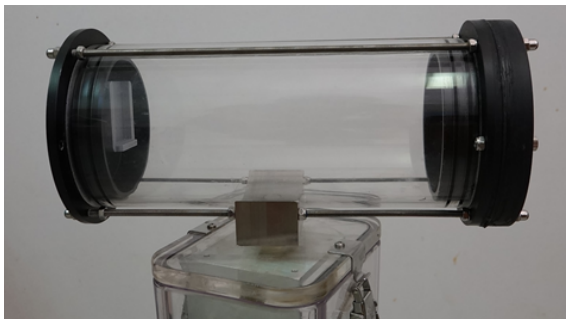


Figure 2. Vue d'ensemble et détails du système KOSMOS : carte électronique ARDUINO commandant le moteur et caisson caméra.

Le dispositif de largage est constitué d'un bout de dynema, de deux petits flotteurs (boules de chalut) d'une contenance totale de 2L, de garcette de diamètre 4mm, d'émerillons et de mousquetons inox. Le caisson moteur est arrimé sur le trépied avec des sangles en dynema (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**) assurées par deux colliers de serrage en nylon.

La documentation technique n'est pas jointe à ce guide, mais est disponible. (mettre lien wikifactory)

Le système KOSMOS est laissé en place 12 minutes, la durée nécessaire pour filmer 3 rotations complètes (1 rotation dure 3 min.) sans perturbation extérieure. Les premières minutes de la vidéo ne sont pas analysées pour éviter toute perturbation qui pourrait être liée à la pose du système, par ex. le bruit du moteur du bateau. Photo sous l'eau

Figure 3. Le système KOSMOS in situ.

Dans des zones où le bateau ne peut s'approcher et où la pose est délicate, comme c'est le cas pour les zones de blocs rocheux, le KOSMOS peut parfois être posé par un nageur libre depuis la surface. Une personne équipée se voit confier le système depuis le bateau et le remorque jusqu'au point de pose. Le système est alors laissé en place un peu plus longtemps que lorsqu'il est posé depuis le bateau.

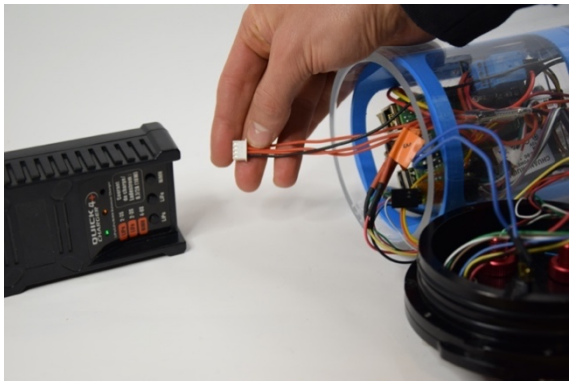
Avec un déploiement rapide sur le terrain, le KOSMOS permet l'échantillonnage de vastes zones pour un temps de terrain réduit. La technique d'observation est donc adaptée à un suivi spatial, par exemple, pour l'évaluation des Aires Marines Protégées (AMP), ou d'autres zones éventuellement vastes, ou encore pour l'inventaire ichtyologique d'habitats tels que les herbiers. La possibilité de d'échantillonner un grand nombre de stations permet de réaliser des cartes et d'obtenir une puissance élevée pour les tests statistiques des indicateurs choisis.

1.2. Préparation du système vidéo

La préparation du matériel est reprise sous forme de procédure simplifiée (voir check-list complète, annexe 2, p. **Erreur ! Signet non défini.**).

La caméra

Les batteries (« longue durée » au lithium) sont chargées complètement avant chaque sortie sur le terrain, garantissant une autonomie suffisante pour la journée. Pour cela, insérer la balance (embout blanc) dans le chargeur Lipo 3S et lancer la charge en appuyant sur le bouton lipo. Une fois chargée, l'embout retourne dans le caisson. Dans le cas où il y aurait plusieurs batteries dans le caisson, il doit y avoir autant de prises de balance que de batteries à charger. La charge se fait une batterie à la fois (Figure 5). Attention à ne pas utiliser les batteries 20 minutes après leur chargement.



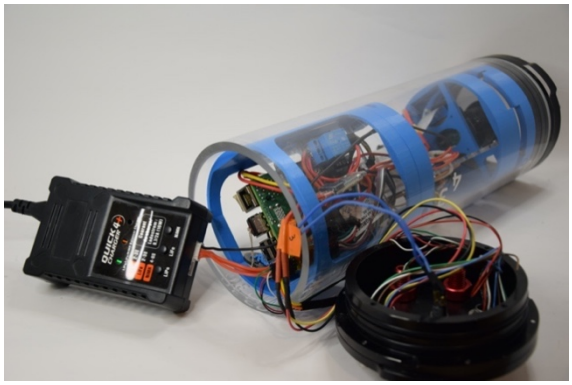


Figure 5. Batterie et chargeur.

Clé USB

Il faut s'assurer que la clé USB soit vidée de toutes les vidéos et fichiers associés (mk4 et .csv). Il doit uniquement rester le fichier de configuration en format .ini. Si ce n'est pas le cas, la capacité de stockage risque d'être atteinte et les vidéos ne seront pas enregistrées. Après l'avoir vidée, la clé est replacée sur un port USB 3 bleu, situé à l'arrière du tube (Figure 6).

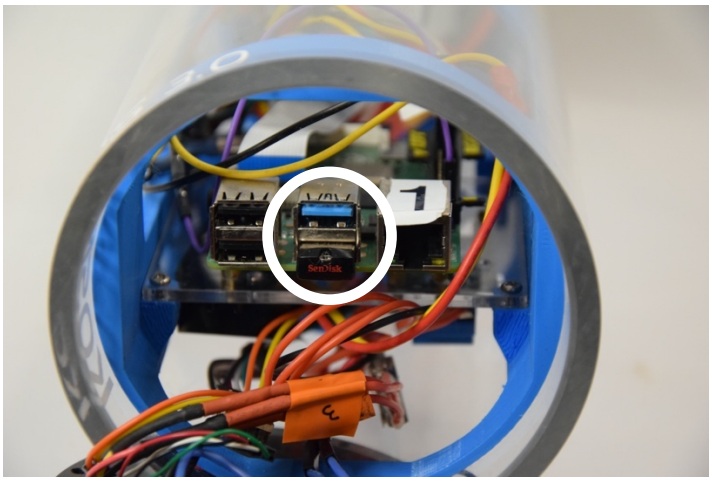


Figure 6. Emplacement de la clé USB au sein du caisson.

Ouverture / Fermeture du caisson

Pour éviter la formation de buée, du gel de silice dessicant mis en sachet est introduit dans le caisson, le gel doit être réactivé chaque jour (en le chauffant par exemple au four à micro-ondes). Pour assurer une qualité maximale de la vidéo, l'objectif de la caméra ainsi que les deux côtés du hublot du caisson doivent être soigneusement nettoyés avec des lingettes optiques.
L'objectif doit être positionné à l'horizontale. Pour ce faire, il faut aligner les marques situées sur le tube et le hublot. Faites pivoter le hublot et sa flange jusqu'à alignement.
A la fermeture du caisson, ne pas pincer les câbles électriques. Pour cela, les enfoncer délicatement en maintenant le couvercle arrière proche du tube. Veiller à ouvrir entièrement le bouchon de purge afin de faciliter la fermeture du caisson (Figure 7).

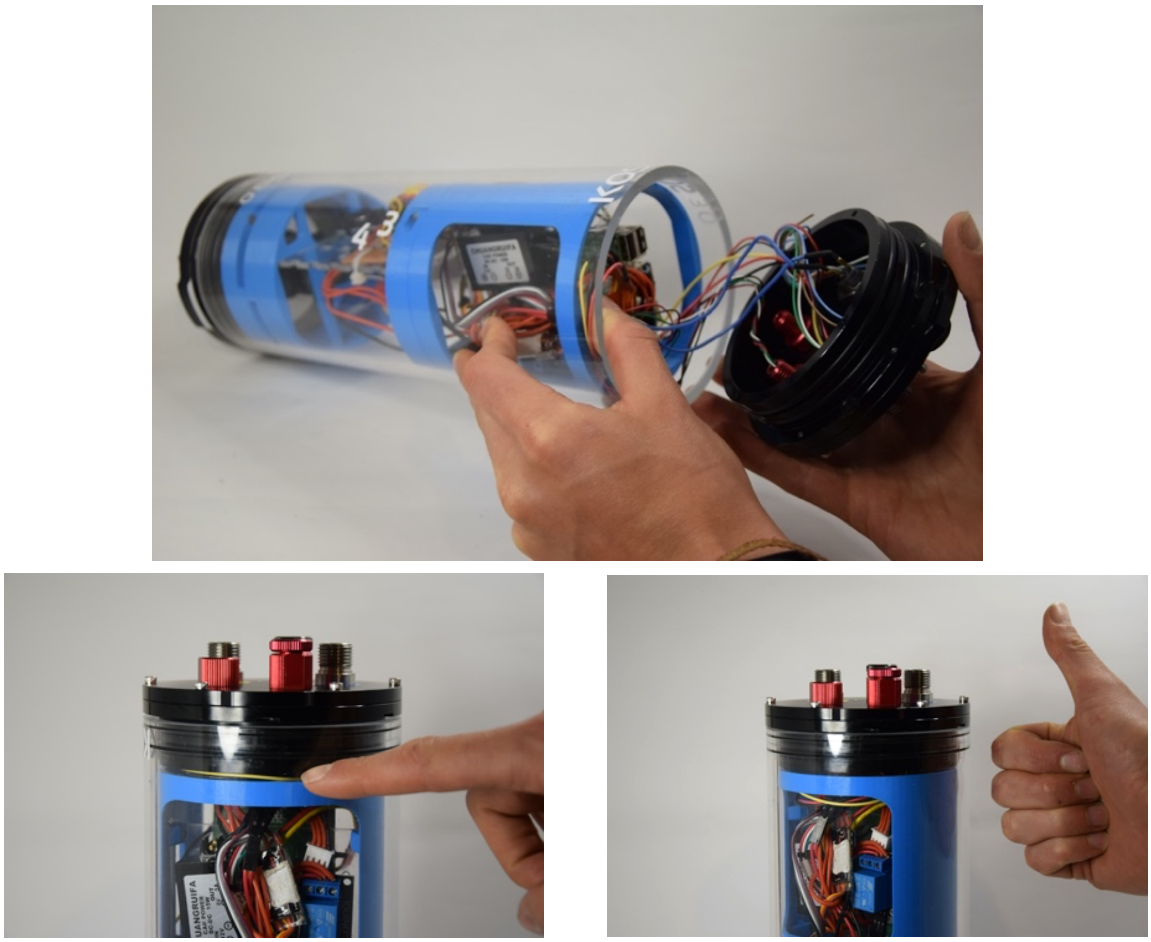


Figure 7. Manipulation des cables à la fermeture du

Les deux joints doivent être en contact avec la paroi du caisson sur toute leur circonférence. Si une résistance se fait ressentir, vérifier que les modules bleus situés à l'avant du tube sont bien encastrés et réitérer sans forcer (Figure 8).

Vérification de l'étanchéité

Le vide permet de vérifier que le tube est étanche et que l'eau ne rentrera pas. Il créé un différentiel de pression et simule la pression sous l'eau. Ainsi l'on peut se rendre compte d'une potentielle infiltration de l'eau. Il faut insérer l'embout de la purge à l'arrière du tube, après avoir dévissé la molette de bouchon de purge. Monter la purge jusqu'à -15 psi et attendre 15 minutes en veillant à ce que la purge et le caisson soient à peu près à la même hauteur (protocole BlueRobotics). Si la pression ne baisse pas sur cet intervalle de temps, le tube est étanche. À l'inverse, cela veut dire que l'air peut entrer et sortir, ce qu'il faut absolument éviter pour que l'eau ne s'infiltre pas. Réitérer

l'ouverture et la fermeture du tube ainsi que le vide jusqu'à ce que la pression reste stable (Figure 9).

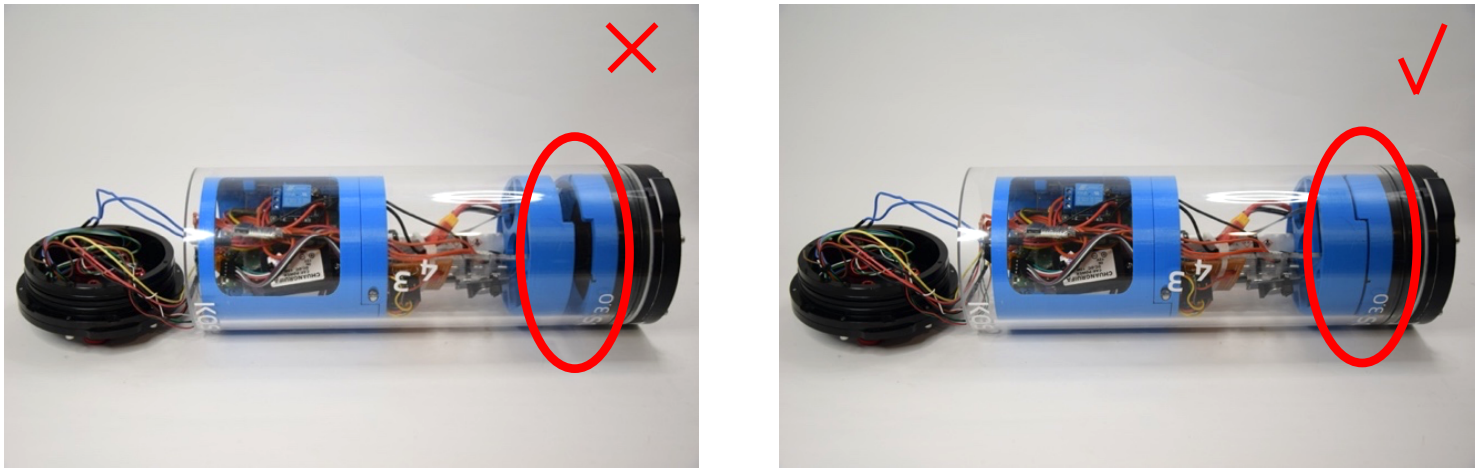


Figure 8. Alignement des modules internes du tube.
Mauvais alignement à gauche, bon à droite.

Figure 9. Le vide dans le tube à l'aide de la purge.

Un vide défectueux peut-être dû à une trop grosse quantité ou à un manque de graisse. Des connecteurs mal vissés peuvent également en être l'origine. Pour obtenir un caisson étanche, il est possible de resserrer les vis situées autour du hublot qui permettent de fixer la flange au end-cap. Il peut également être nécessaire de nettoyer puis regraisser les joints (un cheveu peut entrainer une étanchéité défectueuse).

Conseils d'organisation

Le KOSMOS est préparé avant la journée de terrain en suivant la check-list de fermeture du caisson caméra. Le caisson est fermé avant la pose, à terre ou dans le laboratoire, dans une atmosphère sèche. Si sur le bateau il est nécessaire de l'ouvrir (changement de batterie ou mauvaise étanchéité), faire à nouveau le test du vide. La caméra est de préférence stockée dans une valise capitonnée de type Pelicase® pendant la durée des trajets à terre et en mer, et ce pour éviter toute secousse du matériel. En cas de temps très calme, les systèmes peuvent éventuellement être assemblés et fixés sur les trépieds avant le trajet.

Prévoir une caisse contenant du petit matériel, qui doit être vérifiée et complétée avant chaque sortie en suivant la check-list (Figure 10).

En général, deux systèmes sont embarqués par bateau. Un dispositif de largage est fixé sur chaque système, et relié à un bout d'une longueur choisie en fonction de la profondeur des stations prévues, puis à une bouée de couleur vive. Les profondimètres sont fixés sur les trépieds.

Figure 10. Matériel nécessaire au départ.

1.3. Opérations de terrain

1.3.1. Type d'embarcation

Pour que la manipulation des systèmes se fasse dans de bonnes conditions, il est malgré tout préférable que le bateau réponde à certains critères :

- taille : l'embarcation doit pouvoir embarquer deux systèmes vidéo, deux valises étanches, l'ensemble du petit matériel, ainsi que l'équipage, qui doit pouvoir évoluer à bord aisément ; en pratique une unité de 5 mètres est idéale.
- l'embarcation doit être suffisamment maniable afin de pouvoir récupérer les systèmes vidéo en douceur ;
- tirant d'eau : un tirant d'eau faible est préférable.
- équipement : les systèmes doivent pouvoir être manipulés aisément: un plat-bord ainsi qu'un plancher sont utiles pour s'y appuyer et y poser les systèmes.

Les systèmes ont été posés dans une gamme de conditions assez larges, avec des vents pouvant aller jusqu'à 25 nœuds, un clapot de plus de 1 m, et ce avec différentes

embarcations (Figure 11). Dans ces conditions, le rôle du pilote est d'autant plus important. Se mettre d'accord sur conditions limites puis mettre photo

Figure 11. Différents moyens navigants utilisés pour les campagnes STAVIRO.

1.3.2. Assemblage du KOSMOS à bord

Système de largage

Choisir la longueur du bout en fonction de la profondeur à laquelle le système va être posé. Veiller à avoir 3 à 4 mètres de plus que la profondeur choisie. Attacher le bout à l'œillet supérieur de la croix de levage par un nœud de chaise. Attacher l'autre extrémité du bout à la bouée de largage par un nœud de chaise. Assembler le gréement

avec le trépied lesté. Les trois mousquetons du gréement doivent être clipsés aux trois œillets du trépieds. Aligner les trois lattes en métal du gréement au-dessus des barres auxquelles sont fixés les
mousquetons (angles de 120° entre les lattes) (Figure 12).

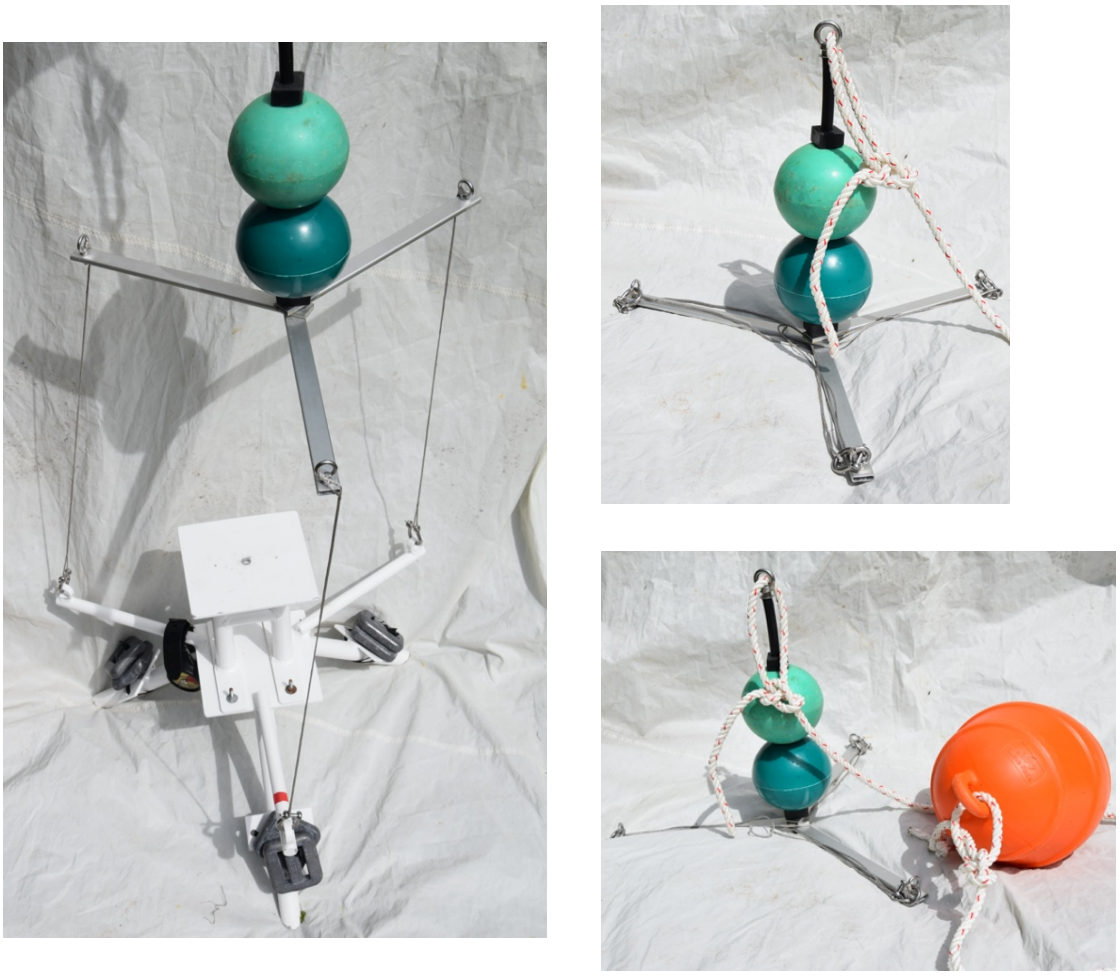


Figure 12. Croix de levage rattachée à la bouée de largage par des nœuds de chaise.

À l'aide de deux clés de 13, resserrer le boulon qui se trouve au croisement des trois lattes afin que celles soient fixes. Veiller à ce que les mousquetons et les bouts soient clairs. Pour tester la fiabilité du montage, attraper le gréement par la tige située au-dessus du flotteur et soulever le système.

Réducteur

L'objectif de l'étape suivante est de fixer le boitier du réducteur à la plateforme du trépied. L'arbre du réducteur est la pièce qui permet de lier le KOSMOS et son support. Sur l'arbre du réducteur située sous le boitier du réducteur, se trouvent deux boulons et deux rondelles M8. Dévisser le boulon inférieur et récupérer une des deux rondelles (Figure 13).

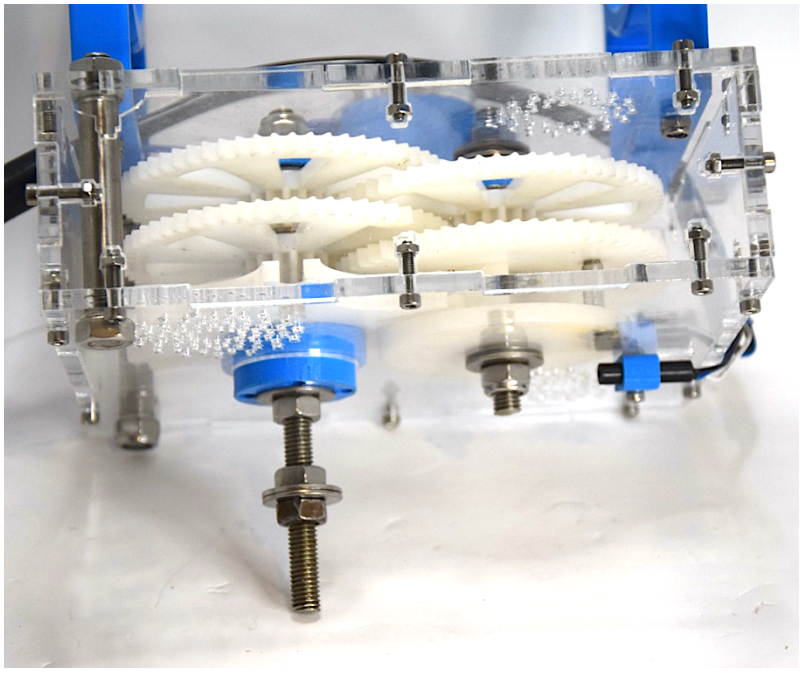


Figure 13. Boulons et rondelles situées sur la tige située sous le réducteur.

Le boitier du réducteur doit être bien parallèle à la plateforme du trépied. Un mauvais alignement peut être dû à une rondelle mal placée. Insérer l'arbre du réducteur dans le trou situé sur la plateforme du trépied en maintenant la rondelle restée sur la tige. Placer la deuxième rondelle puis visser jusqu'à bloquer le boulon. Utiliser pour cela les deux clés de 13. La première permet de maintenir le boulon situé sous la plateforme tandis que la seconde permet de visser. Laisser suffisamment d'espace pour que les câbles qui se trouvent sous le réducteur ne soient pas bloqués (Figure 14).

Figure 14. Boitier inséré sur la plateforme du trépied.

Veiller à ce que le réducteur ne tourne pas sur lui-même. Si c'est le cas, revisser à l'aide des clés de 13 les boulons situés sous le boitier. Ces boulons permettent de bien fixer la croix de Malte, ce qui empêche que le caisson tourne sur lui-même.

Caisson

Il est essentiel de bien centrer le tube du KOSMOS au sein des supports bleus afin qu'il reste stable. Pour cela placer le tube sur les deux bers bleus et utiliser les marquages sur le tube pour le centrer. Il faut également positionner le tube afin que la caméra soit horizontale. D'autres marquages sont situés à l'avant du tube pour placer correctement la caméra
Une fois la caméra positionnée, une personne maintient le tube tandis qu'une autre resserre les deux vis qui se trouvent à l'intersection des supports bleus. Maintenir le boulon inférieur à l'aide de la clé de 8 et visser avec la clé Allen 4 (Figure 15). Visser jusqu'à ce que le tube ne tourne plus. Attention à ne pas trop visser et fissurer les mâchoires du support.

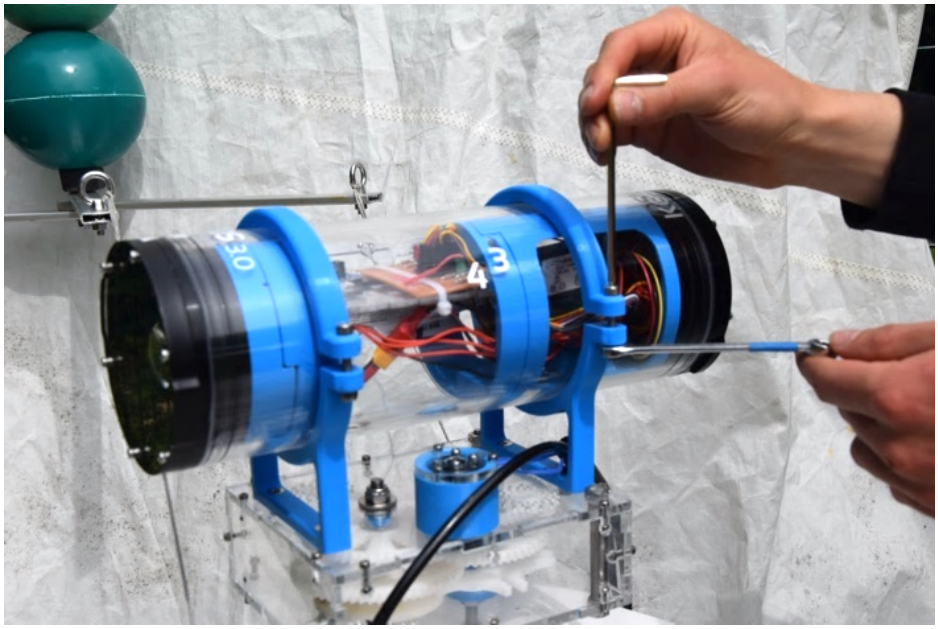


Figure 15. Vissage des machoires sur le tube.

Branchement des connectiques

Pour faire le lien entre le tube et le moteur du réducteur, brancher les connecteurs femelles situés sur le réducteur, aux connecteur mâles situés à l'arrière du tube. Veiller à respecter le code couleur du branchement. Les connecteurs sont munis d'un méplat, c'est-à-dire d'une zone plane qui permet de repérer le sens dans lequel il faut l'insérer. Visser ensuite les embouts noirs jusqu'à la butée (Figure 16).

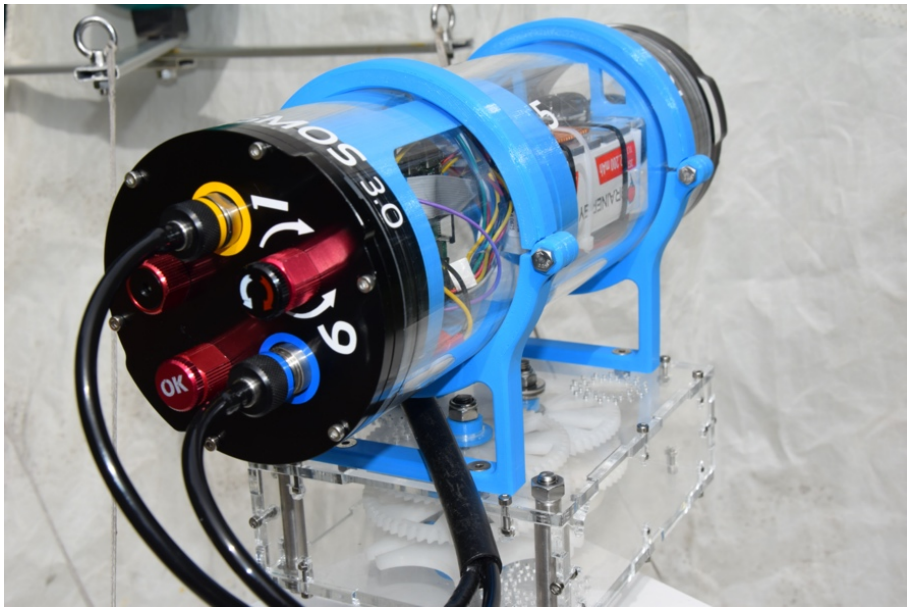
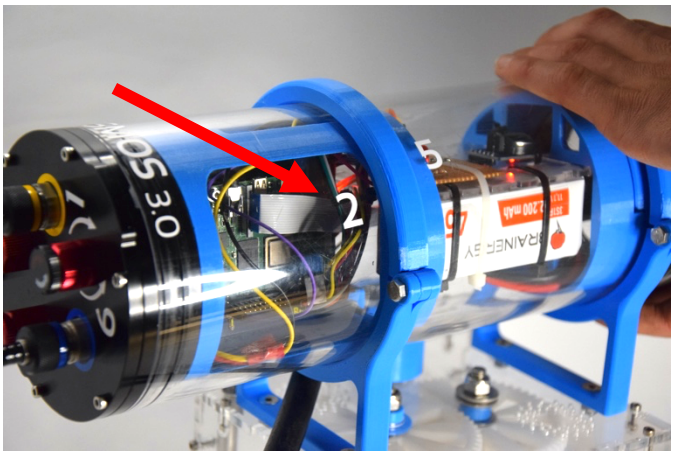


Figure 16. Branchement des connectiques.

Allumer / Éteindre

Vérifier que le KOSMOS s'allume et que le branchement s'est fait correctement. Tourner la molette noire sur laquelle l'on trouve des flèches, dans le sens marqué 1 et qui se situe à l'arrière du tube. Visser jusqu'à la butée. Un voyant rouge ainsi qu'un vert doivent s'allumer, au niveau du chiffre 2, suivi d'un son indiquant que le système est branché (Figure 17).
Pendant la procédure de démarrage, le KOSMOS va initialiser le moteur. Quelques dizaines de secondes après la mise en tension, le moteur va émettre un son électronique suivi dix secondes plus tard d'une seconde de rotation. Le son ainsi que la rotation indiquent que le moteur a été correctement initialisé. Lors de l'allumage, une LED verte située au niveau 3 va se mettre à clignoter. Le KOSMOS est prêt lorsque cette LED est fixe (Figure 17).



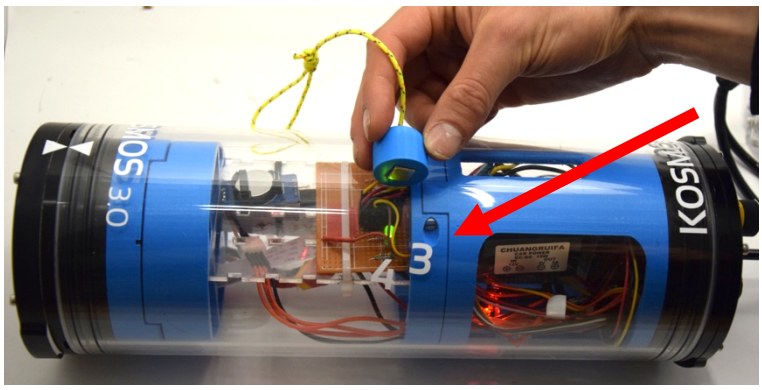
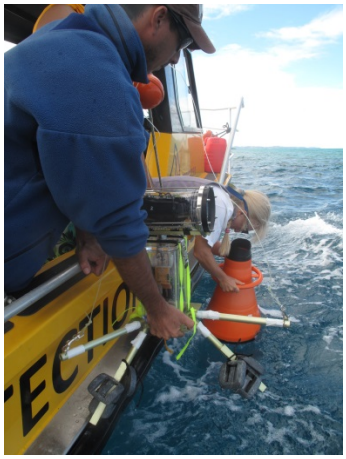


Figure 17. Positionnement des LED et allumage indique par les flèches rouges .

Afin de mettre le KOSMOS en route avant sa mise à l'eau, déplacer l'aimant au-dessus du voyant vert situé au niveau 3 jusqu'à ce que la LED verte s'éteigne. Lorsque toutes les LED sont éteintes et que le KOSMOS a effectué sa première rotation de 60°, il est prêt à être mis à l'eau. À la fin de la manipulation, repasser l'aimant au-dessus de cette même LED, au niveau 4, pour arrêter la séquence. Quand la LED verte est de nouveau allumée fixe, l'on peut redémarrer la séquence et effectuer une nouvelle mise à l'eau. Lors des poses et/ou après la dernière station, éteindre définitivement le système. Pour cela, placer l'aimant au-dessus du voyant rouge (niveau 5) puis dévisser la molette noire (dans le sens du niveau 6) située à l'arrière du tube. Attention si l'on oublie cette étape, la batterie continue de fonctionner, se décharge petit à petit et fini par mourir. Elle devient inutilisable et il faut donc la remplacer.

1.3.3. La manipulation du KOSMOS en mer

Pose du système :



Privilégier les conditions météorologiques clémentes pour échantillonner et tenir compte de la marée pour déterminer l'ordre selon lequel les stations KOSMOS sont réalisées pendant la journée. En effet, la visibilité est très souvent moins bonne lorsque la marée est descendante.
L'étanchéité du système doit être vérifiée par une première immersion pendant quelques secondes (à contrôler avec la lunette de calfat[1] (voir ci-contre, qu'aucune bulle ne se forme). Des bulles apparaissent en

[1] *aussi appelée bathyscope*

Figure 18. Déploiement du STAVIRO.

Figure 19. Observation du fond avec une lunette de Calfat lors de la pose du système.

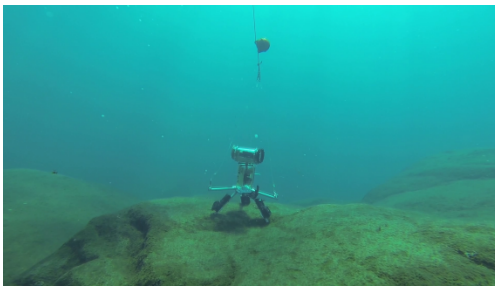


Figure 20. STAVIRO sur un fonds de blocs rocheux à Hunter.

provenance du réducteur. En revanche, si d'autres bulles proviennent du caisson, il y a un problème d'étanchéité. Le KOSMOS ne peut être utilisé

Veiller à allumer le système avant de le poser.

La manipulation des systèmes à bord et leur mise à l'eau requiert de préférence deux personnes : l'une tient le haut du système de largage sous tension au niveau des émerillons, l'autre soulève le système au niveau du trépied pour le porter par-dessus le franc-bord. Ce dernier saisit ensuite la lunette de calfat et guide par la voix la première personne qui file le bout pour une pose horizontale et à une distance raisonnable d'éventuels reliefs sous-marins permettant ainsi a) une vision panoramique, et b) d'anticiper un éventuel problème de relève du système.

Il faut éviter les risques de bascule ou les fortes inclinaisons du système qui pourrait rendre impossible l'analyse de la vidéo. Veiller à poser le système sur une zone plane.

Le rôle du pilote de l'embarcation est très important : pendant la manœuvre, le pilote veille à maintenir le bateau sur place tout en évitant de provoquer des perturbations excessives avec le moteur. Il est donc impératif que pilote et manipulateur du système <u>communiquent</u> durant toute la phase de mise à l'eau et de récupération. Le pilote doit également veiller à ne pas passer au-dessus du système, ce qui peut conduire à prendre le bout dans l'hélice ou exercer une traction sur le système qui pourrait le faire basculer.

Le lestage et l'équilibre du système permettent une descente rapide et verticale, et une très bonne stabilité une fois posé (Figure 20).

Avant de mettre le système dans l'eau, inscrire les informations de la station sur l'ardoise blanche de manière lisible. Placer l'ardoise devant l'objectif de la caméra (Figure 21)

Date
Lieu ex : Concarneau
Localisation ex : Les Moutons
Code de la station ex : 120
Ensoleillement - Vent - Houle

Figure 21. Éléments écrits sur l'ardoise. Placement de l'ardoise devant le KOSMOS en marche.

Une fois le système dans l'eau, la descente doit être rapide pour éviter la dérive et garder le système en vue, il est cependant préférable de ralentir le défilement du bout avant l'arrivée du système sur le fond, afin d'éviter une pose brutale et d'abimer le matériel.

IMPORTANT

Le bout ne doit pas être sous tension une fois le système posé pour éviter tout déplacement ou bascule. La longueur du bout doit donc être adaptée à la profondeur des stations. De plus, par conditions agitées ou dans les zones de houle, courant et ressac, il faut augmenter le lestage et la longueur de bout. Il est nécessaire de poser le système aussi proche que possible de chaque position. Ne pas chercher à le poser exactement au point. Il faut trouver une zone très proche où le système peut être posé sans risque et de manière à garantir une pose horizontale, et un champ de vision dégagé autour de la caméra (3 à 5 mètres environ). Cette recherche se fait avec la lunette de calfat.

Une vidéo est validée si l'image est horizontale et le champ de vision dégagé sur au moins 4 secteurs.

Attention : si les conditions (vent et vagues) ne permettent pas une pose du système optimale, soit se déplacer à proximité si une zone calme est proche, soit passer au point suivant et noter sur la feuille terrain les raisons pour lesquelles la station n'a pas pu être réalisée.

Toujours vérifier que le système est bien horizontal. En cas de doute, ne pas hésiter à venir relever et reposer le système. Poser les systèmes de manière à avoir une vision panoramique autour du point de station.

Après chaque pose :

Prendre la position GPS de la station à la verticale du système.Remplir la feuille de terrain avec les informations requises (p. **Erreur ! Signet non défini.**).

Nom d'identification de la station sur le GPS

État du ciel, de la mer, de la houle et sens du vent

Numéro du système utilisé

Date et Heure : **Équipage:**

SITE:

GPS utilisé:

Système:
Caméra:
Moteur:

Système:
Caméra:
Moteur:

N° station	Heure	Système	Point GPS	Latitude	Longitude	Profondeur	Météo	Commentaire

Nom d'identification de la station sur l'ardoise

Heure de réalisation de l'observation

Sur la pose (facile ou plusieurs tentatives), la localisation, la type de substrat, la potentielle obstruction, la distance à la côte...

Profondeur à laquelle se trouve l'unité d'observation

IMPORTANT

S'éloigner pendant environ 12 minutes.
Rester à faible vitesse pour éviter les perturbations (mise en suspension des sédiments et nuisance sonore).

Pour la récupération du système :

IMPORTANT

L'équipage doit communiquer pendant toute la manœuvre pour se synchroniser.
Veiller à arriver sur la bouée face au vent. Repérer le sens vers lequel le bout est tendu ; le bateau doit se positionner de manière à remonter le long du bout pendant que celui-ci est récupéré à bord. Les deux risques sont : a) prendre le bout dans l'hélice ; b) faire basculer le système en tirant sur le bout alors qu'il est encore posé.

IMPORTANT

Attraper la bouée et le bout proche de la bouée à l'aide de la gaffe et remonter la bouée à bord. Une fois le bout à la verticale du KOSMOS, la personne au préalable en charge de descendre le système, va maintenant ravaler le bout rapidement.

Une fois le gréement hors de l'eau, deux personnes attrapent le trépied et remontent le système à bord.
Passer l'aimant au-dessus du voyant vert pour éteindre la caméra.
Noter la profondeur. Pour cela, prendre la valeur de l'aiguille rouge sur le profondimètre fixé sur le trépied. Remettre à zéro à l'aide du tournevis.

NB : Pour éviter l'apparition de buée dans le caisson entre les stations, envelopper le caisson caméra dans un tissu, surtout par temps ensoleillé.

Après la dernière station de la journée :

Lorsque les manœuvres sont définitivement terminées, éteindre le système comme expliqué ci-dessus. Attention à ne pas oublier de tourner l'interrupteur dans le sens 6 pour éviter de perdre la batterie.
Désassembler le système, rincer le caisson à l'eau douce et l'essuyer avec la serviette microfibre avant de le ranger à l'abri des chocs du transport.
Dégréer le trépied et lover les bouts dans la caisse prévue à cet effet.
De retour à terre, rincer l'ensemble du matériel qui a été immergé à l'eau douce.
Après séchage des pièces, asperger les connecteurs étanche (mâles et femelles) et le moteur de dégrippant type WD40.

Stratégie de déploiement des systèmes au cours d'une sortie. Les systèmes sont posés par paire pour optimiser le temps d'attente (pendant que la station 1 est échantillonnée, l'équipe installe la station 2). Il est alors possible d'échantillonner jusqu'à 30 stations KOSMOS par bateau et par jour, et en moyenne une vingtaine.

Poser les KOSMOS pour garantir l'exploitabilité d'un maximum de stations requiert une certaine expérience qui ne peut être entièrement décrite dans ce guide. Les deux points cruciaux sont d'une part le placement de la station en fonction des obstacles potentiels à la vision, du paysage sous-marin et de la direction du vent et des vagues ; et d'autre part, la synchronisation entre le pilote et les personnes qui posent et relèvent les systèmes.