



Cahier des Clauses Techniques Particulières

Système de drones USV AUV/ROV

CPER BrestBayBase 15-05

Contact : Jean-Philippe Babau, Lab-STICC / UBO

Avril 2025

Table des matières

Nature du projet.....	3
Contexte et objectifs du projet.....	3
Description des lots	4
Lot 1.1 « drone de surface »	4
Lot 1.2 « mini drone de surface »	5
Lot 1.3 « ROV »	6
Garantie, SAV et développement durable (lots 1, 2 et 3).....	7
Garantie	7
SAV	8
Considérations environnementales	8
Documentation (lots 1, 2 et 3)	8
Formation (lots 1, 2 et 3)	8
Réception et acceptation (lots 1, 2 et 3)	8
Abbréviations	2
Evaluation des offres (lots 1, 2 et 3).....	9

Abbréviations

UBO : Université de Bretagne Occidentale
 USV :Unmanned Surface Vehicle
 AUV : Autonomous Underwater Vehicle
 ROV : Remotely Operated Vehicle
 PID : régulateur Proportionnel Intégral Dérivé
 API : Application Programming Interface ou « interface de programmation d'application »
 IMU : Inertial Motion Unit
 GPS RTK : GPS Real Time Kinematic
 GSM : Global System for Mobile Communications
 GNSS : Global Navigation Satellite Systems
 USBL : Ultra Short BaseLine
 UHF : Ultra High Frequency
 AIS : Automatic Identification System
 HD : High Definition
 UDP: User Datagram Protocol
 DVL : Doppler Velocity Log
 SAV : Service Après-Vente

Nature du projet

Dans le cadre du CPER BrestBayBase, le Lab-STICC/UBO souhaite acquérir un système de drones de surface (USV) et sous- marin (ROV). Ces drones sont des plateformes génériques dédiées à être équipées pour de l'observation de l'environnement (état de mer, état des fonds marins, état de la faune et de la flore sous-marine).

Les drones doivent pouvoir être mobilisables rapidement. Chaque drone est déployable par une ou deux personnes et transportable dans un véhicule standard (sièges arrières rabattus).

La qualité des équipements de chaque drone doit être suffisante pour permettre des navigations en mer (rade de Brest, moins de 300 m des cotes) ou sur plan d'eau.

Contexte et objectifs du projet

Située au cœur de la zone atelier « Brest Iroise » du CNRS/INEE, la rade de Brest abrite deux sites d'essais (Sainte-Anne du Portzic et Sea Test Base à Lanvéoc).

Le CPER a pour premier objectif l'instrumentation des sites d'expérimentation afin de permettre de tester en mer des équipements acoustiques ou des vecteurs marins ou sous-marins de type USV, AUV, ROV, leur intérêt étant d'être très efficaces pour réaliser les premiers tests dans des milieux à faibles courants sur une zone étendue.

Dans ce contexte, l'objectif de l'UBO est de développer, tester et opérer des USV, AUV ou ROV sur les sites visés pour tester et améliorer les procédures et équipements fournis par les sites. Dans le projet, l'UBO joue le rôle d'*end-user* pour les sites, permettant de préciser les conditions d'utilisation et surtout l'apport des sites d'expérimentation en termes de mise au point pour des USV, AUV ou ROV.

Dans cet objectif, l'UBO a décidé de se doter d'un drone de surface USV (mesure de l'état de mer, expérimentations en situation variable), d'un ensemble de mini-drones USV (observation en meute, tolérances aux pannes) et d'un ROV (observation sous-marine en lien avec le drone de surface).

En ce sens, le projet est séparé en 3 lots : le lot 1 « drone de surface », le lot 2 « mini drones de surface » et le lot 3 « ROV ». Dans chaque lot, chaque drone devra répondre aux normes et exigences législatives en vigueur à la date de livraison.

Description des lots

Lot n°1 : Drone de surface

Ce lot concerne un drone marin autonome de surface à propulsion électrique. Le drone doit pouvoir suivre une mission programmable via un logiciel de type *ArduPilot*. Pour chaque mission, les points de passage (*waypoints*) et le paramétrage du contrôleur de drones (paramètres PID) doivent pouvoir être modifiés *via* une interface graphique et *via* une API. À tout moment, une télécommande doit permettre de reprendre la main en mode manuel sur le contrôle du drone afin de le déplacer *via* un opérateur.

Le drone doit être de construction robuste, facile à maintenir (accès facile aux divers composants électroniques) et assurer une bonne étanchéité (pluie, vagues, ...).

Les batteries doivent pouvoir être changées facilement et rapidement, en particulier pour faire voyager le drone sans batterie.

Equipements obligatoires

- PC embarqué : une carte (de préférence Linux) doit pouvoir être accessible *via* le réseau WIFI (adresse IP) afin d'y déployer des logiciels développés dans notre laboratoire. Sur cette carte, les logiciels que l'on va développer doivent pouvoir accéder à des API fournissant les services suivants : monitoring de l'ensemble des équipements (IMU, batterie, GPS, flux vidéo, ...), commande vers la carte de pilotage (définition de *waypoints* pour le mode automatique ; paramétrage des lois de contrôle *via* les P, I et D; paramétrage de la vitesse et angle de rotation; ...). Les API sont documentées. Le PC permet l'ajout d'équipements *via* des ports disponibles parmi les formats USB, NMEA, CAN ou Ethernet.
- GPS RTK avec liaison GSM
- Centrale inertielle avec compas basé sur une double antenne GNSS
- Caméra : un système de visualisation avec accès en direct au flux vidéo
- Adaptation USBL : le drone doit pouvoir intégrer un transducteur USBL existant (X150 de Seatrak) pour assurer le suivi d'un ROV équipé d'un transpondeur Seatrack X010
- Un système de liaison de données sans fil pour suivre *via* une API les données du drone (état du drone et capteurs) (protocole Wifi privilégié, portée 500m)
- 1 télécommande UHF
- 1 chargeur de batteries
- Anémomètre à ultrasons : ce capteur doit permettre de connaître la vitesse et direction du vent
- Trappe : un espace ouvert permet d'ajouter des capteurs (sondeur, ...)

Equipements optionnels en prestation supplémentaire éventuelle facultative (ces équipements doivent pouvoir être contrôlés depuis la carte mère)

- PSE 1 : Caméra 360 ou caméra stéréo : un système de visualisation large ou stéréo est un plus afin de mieux appréhender l'environnement marin du drone
- PSE 2 : Station météo à ultrasons : ce capteur, en plus du vent, mesure les conditions météo.
- PSE 3 : Lidar : le lidar doit pouvoir être installé ou adapté en mode horizontal ou vertical
- PSE 4 : Sondeur monofaisceau ou multifaisceaux
- PSE 5 : Treuil arrière automatisé : le treuil est commandable *via* une API et utilisable pour installer des capteurs océanographiques

- PSE 6 : Radar d'évitement d'obstacle
- PSE 7 : AIS : un module AIS en mode receveur pour assurer le suivi du trafic
- PSE 8 : USBL : un transducteur USBL pour assurer le suivi d'un ROV équipé d'un transpondeur Seatrack X010
- PSE 9 : Résistance au vent et au courant minimale (face et travers) : 3 m/s

Caractéristiques physiques **obligatoires**

- Dimensions maximales du drone : longueur 1,8 m : largeur : 1 m : hauteur 0,5 m
- Poids maximal du drone : 40 kg
- Tirant d'eau maximal : 20 cm
- Propulsion électrique par hélices
- Portée minimale de la télécommande : 1 km
- Vitesse minimale à atteindre (sans courant) : 2 m/s
- Autonomie à 2 m/s : 6h au total avec soit avec un jeu de batterie, soit avec 2 jeux de batteries (inclus dans l'offre)
- Système de manutention : le drone doit pouvoir être transporté facilement par 2 personnes

Lot n°2 : Mini drones de surface

Ce lot concerne un système de mini drones marins autonomes de surface à propulsion électrique (2 drones minimum). Chaque drone doit pouvoir suivre une mission programmable via un logiciel de type *ArduPilot*. Pour chaque mission, les points de passage (*waypoints*) et le paramétrage du contrôleur de drones (paramètres PID) doivent pouvoir être modifiés *via* une interface graphique et via une API. À tout moment, une télécommande doit permettre de reprendre la main en mode manuel sur le contrôle du drone afin de le déplacer via un opérateur.

Le drone doit être de construction robuste, facile à maintenir (accès facile aux divers composants électroniques) et assurer une bonne étanchéité (pluie, vagues, ...).

Equipements **obligatoires** pour chaque drone

- PC embarqué : une carte (de préférence Linux) doit pouvoir être accessible via le réseau WIFI (adresse IP) afin d'y déployer des logiciels développés dans notre laboratoire. Sur cette carte, les logiciels que l'on va développer doivent pouvoir accéder à des API fournissant les services suivants : monitoring de l'ensemble des équipements (IMU, batterie, GPS, flux vidéo, ...), commande vers la carte de pilotage (définition de *waypoints* pour le mode automatique ; paramétrage des lois de contrôle via les P, I et D; paramétrage de la vitesse et angle de rotation; ...). Les API sont documentées. Le PC permet l'ajout d'équipements via des ports disponibles parmi les formats USB, NMEA, CAN ou Ethernet.
- GPS RTK avec liaison GSM
- Centrale inertielle avec double antenne GNSS
- Un système de liaison de données sans fil pour suivre via une API les données du drone (état du drone et capteurs) (protocole Wifi privilégié, portée 500m)
- 1 télécommande UHF
- 1 chargeur de batteries

Equipements optionnels en prestation supplémentaire éventuelle facultative pour chaque drone
(ces équipements doivent pouvoir être contrôlés depuis la carte mère)

- PSE 1 : Sondeur monofaisceau ou multifaisceaux
- PSE 2 : Caméra : un système de visualisation en direct avec accès en direct au flux vidéo
- PSE 3 : Trappe : un espace ouvert permet d'ajouter des capteurs
- PSE 4 : Radar d'évitement d'obstacle

*Caractéristiques physiques **obligatoire** de chaque drone*

- Dimensions maximales : longueur 1.3 m : largeur : 1 m : hauteur 0,5 m
- Poids maximal: 20 kg
- Tirant d'eau maximal : 20 cm
- Propulsion électrique par hélices
- Portée minimale de la télécommande : 1 km
- Vitesse minimale à atteindre (sans courant) : 2 m/s
- Autonomie à 1.5 m/s : 6h au total avec soit avec un jeu de batterie, soit avec 2 jeux de batteries (inclus dans l'offre)
- Système de manutention : le drone doit pouvoir être transporté facilement par 1 personne

Lot n °3 : ROV

Ce lot concerne un ROV sous-marin autonome à propulsion électrique. Le ROV doit pouvoir être contrôlé soit depuis une télécommande en mode manuel via un opérateur et via une API qui permet en particulier d'accéder au flux vidéo L'alimentation et la communication avec le ROV se fait à l'aide d'un câble. L'API est documentée.

Le ROV étant équipé d'au moins une caméra. On peut suivre sur un écran déporté en temps réel le flux vidéo.

Le ROV doit être de construction robuste, facile à maintenir (accès facile aux divers composants électroniques).

*Equipements **obligatoires***

- Une centrale inertielle
- Un capteur de pression (profondeur)
- Un capteur de température
- Caméra HD : un système de visualisation avec stabilisateur et accès direct au flux vidéo (par exemple UDP)
- Système d'éclairage : 2x1500 Lumens minimum
- Adaptation USBL : on doit pouvoir intégrer dans le ROV un transpondeur USBL existant (X010 de Seatrac) pour assurer un suivi depuis un transducteur Seatrac X150
- 1 télécommande
- Le ROV est extensible : des éléments peuvent être ajoutés au ROV, en particulier de nouvelles caméras, capteurs et cartes électroniques. Les éléments ajoutés doivent pouvoir être alimentés et communiquer via le câble du ROV avec le poste de pilotage. L'ajout de l'élément et la connexion au câble et/ou carte mère du ROV doivent être simples et sécurisés.

- Carte mère programmable et ouverte : une carte avec un système d'exploitation de type Linux doit pouvoir être accessible via le protocole SSH. Sur cette carte, on peut déployer des logiciels développés dans notre laboratoire. Ces logiciels doivent pouvoir accéder à l'ensemble des capteurs et cartes présentes dans le drone via une API fournie et documentée comme MAVLink.
- Carte mémoire : support de carte SD ou microSD amovible pour l'enregistrement d'image et de vidéo

Equipements optionnels en prestation supplémentaire éventuelle facultative

-
- PSE 1 : USBL : un transpondeur USBL embarqué compatible avec le transducteur Seatrack X150
- PSE 2 : DVL : un système DVL léger embarqué sur le ROV
- PSE 3 : Caméra 360 ou caméra stéréo : un système de visualisation large ou stéréo est un plus afin de mieux appréhender l'environnement sous-marin du ROV
- PSE 4 : Système d'éclairage puissant pour la caméra : le fait d'éclairer la zone de prise de vues est un plus certain pour observer l'environnement sous-marin (4 points d'éclairage, ...)
- PSE 5 : Batterie : autonomie à 1m/s : 2h au total avec soit avec un jeu de batterie, soit avec 2 jeux de batteries

Caractéristiques physiques obligatoires

- Dimensions maximales du drone : longueur 0,7 m : largeur : 0,5 m : hauteur 0,4 m
- Poids maximal du drone : 20 kg
- Profondeur minimale : 50 m
- Propulsion électrique par hélices
- Vitesse minimale : 1 m/s
- Résistance au courant minimale : 2 m/s
- Caméra : Résolution vidéo 1920x1080@30fps minimum
- Système de manutention : le ROV doit pouvoir être transporté dans une caisse par 1 personne

Budget alloué par lot

Le budget global pour l'opération (achat des 3 équipements) est de 80 000 euros HT.

Lot 1 : 55 000 euros HT

Lot 2 : 15 000 euros HT

Lot 3 : 10 000 euros HT

Délais de livraison

Les lots 1,2 et 3 devront être livrés dans les 4 mois suivant la notification du marché.

Garantie, SAV et développement durable (lots 1, 2 et 3)

Garantie

Une garantie de 1 an (12 mois) minimale devra être prévue. Elle prend effet à compter de la date de signature du procès-verbal de réception de l'équipement.

La garantie couvre la remise en état ou le remplacement, aux frais du titulaire, des parties de la prestation qui s'avèreraient défectueuses, frais de transport et main d'œuvre compris.

SAV

Le service après-vente devra être assuré depuis l'Europe, au plus près de Brest pour limiter les coûts d'intervention.

Un service d'assistance téléphonique francophone ou anglophone, avec un délai de réponse inférieur à trois jours est souhaité.

L'offre devra contenir un descriptif de l'assistance avec le nom des personnes à contacter en cas de panne (localisation, degré d'expertise et plage horaire de travail) et les délais d'intervention. Une présentation abrégée de la structure du SAV est demandée.

Considérations environnementales

Le candidat devra détailler son engagement pour l'environnement selon les critères ci-dessous a minima. Tout autre élément, label ou certification jugé pertinent par le candidat pourra être détaillé dans l'offre.

- Durée de vie des matériels :

- Durée de vie estimée du drone, de ses sous-parties et des équipements hydrographiques
- Indice de réparabilité et durée de disponibilité des pièces détachées
- Evolutivité de la solution proposée

-Eco-responsabilité :

- Limitation des déchets à la livraison, gestion de leur tri et évacuation
- Choix des batteries et recyclage

Documentation (lots 1, 2 et 3)

La documentation sera fournie en français et/ou en anglais, sur support papier et/ou informatique. Les tutoriaux vidéo sont également recevables. Elle devra contenir au minimum :

- Un manuel d'installation, de mise en route, de pilotage et d'exploitation du drone
- Les spécifications de performance
- Les précautions d'emploi et de stockage
- La description des procédures d'acquisition ou de récupération des données brutes ainsi que leurs formats
- Un guide de maintenance et de réparation
- la spécification complète des APIs

Formation (lots 1, 2 et 3)

Une formation à l'utilisation du drone pour cinq personnes sera incluse dans la proposition. Elle aura lieu en partie à l'UBO à Brest et en partie sur un plan d'eau marin côtier à définir. Elle devra être complète depuis la prise en main du drone, la navigation en mode manuel et autonome, l'acquisition d'un levé hydrographique jusqu'à la récupération des données pour exploitation (cette partie ne fait pas partie de l'appel d'offre). Elle devra également comporter un volet maintenance et intégration d'équipements (usages futurs des drones pour l'observation de l'environnement).

Réception et acceptation (lots 1, 2 et 3)

La solution sera acceptée à l'issue de la formation et d'une expérimentation sur une zone connue et protégée en rade de Brest. Sous réserve de la conformité de fonctionnement, l'acceptation de la livraison sera prononcée dans un délai maximum de deux mois après la formation et la livraison de tous les documents nécessaires à l'utilisation légale du drone en milieu marin.