



Centre national de la recherche scientifique

Délégation Côte d'Azur

Cahier des Clauses Techniques Particulières

PLACE n° 2026-08

**GÉOAZUR UMR 7329
LOV UMR 7093**

Marché portant sur l'acquisition de 23 capteurs océanographiques, de 4 échantillonneurs passifs de métaux sur mouillage et de 3 échantillonneurs d'ADN environnemental pour le compte de Géoazur et du Laboratoire d'Océanographie de Villefranche (LOV)

Lot n°1 : 10 capteurs de fer éventuellement portés à 14 ou 17 en fonction de la PSE retenue

Version du 25/08/2025

Préambule

Ce marché s'inscrit dans le cadre des activités des laboratoires :

- GEOAZUR à Valbonne Sophia Antipolis. Le laboratoire Géoazur est une Unité Mixte de Recherche pluridisciplinaire, composée de géophysiciens, de géologues, et d'astronomes se fédérant autour de grandes problématiques scientifiques : les aléas et risques naturels (séismes, glissements de terrain, tsunamis, crues) et anthropiques (séismes et vibrations induits par l'homme, pollutions, comportements humains, vulnérabilités des territoires et des structures), la dynamique de la terre et des planètes, les géosciences des environnements marins (de l'innovation numérique et instrumentale aux applications), et la géodésie et métrologie spatiale.
- LOV (laboratoire d'Océanographie de Villefranche) à Villefranche sur mer. Le LOV est une Unité Mixte de Recherche ; elle est pluridisciplinaire composée de biogéochimistes, de physiciens et de biologistes. Les travaux de recherche de l'unité sont consacrés à l'étude de l'océan mondial, de sa réponse et de son rôle dans le changement global, dans le but de prédire son évolution future. Les études sont développées dans les disciplines de l'écologie, de la biologie, de la chimie et biogéochimie et de la physique (optique et hydrodynamique) en couplant les données d'observation in situ et satellitaire, l'expérimentation et la modélisation. Le LOV a une forte expertise pour les observations in situ de l'océan hauturier, notamment dans le cadre de larges campagnes océanographiques.

1. Contexte et destination du besoin

Le contexte scientifique dans lequel s'inscrit le marché est le suivant :

Ces équipements s'inscrivent dans le cadre du projet HARVEST, une bourse ERC SYNERGY financée par l'ERC (European Research Council) de l'Union Européenne. Le projet HARVEST est porté par le CNRS et par l'IRD. Il est mis en œuvre par le CNRS (UMR Géoazur et UMR LOV) et par l'IRD (UMR MARBEC).

Le projet HARVEST étudie comment le fer émis par les volcans sous-marins stimule la croissance du phytoplancton illustrant la dynamique interdisciplinaire entre géophysique, océanographie et climatologie.

Le fer est un élément nutritif essentiel à la vie marine, mais la contribution du fer hydrothermal à la productivité biologique reste encore peu connue. C'est particulièrement vrai pour le volcanisme peu profond dans les océans, susceptible d'influencer directement les eaux de surface. Le projet vise à combler cette lacune en évaluant le rôle du fer issu de sources hydrothermales profondes et peu profondes dans la production primaire des zones océaniques limitées en fer. Pour cela, HARVEST s'appuie sur une approche intégrée, combinant observations de terrain, dispositifs expérimentaux et modélisation numérique avancée.

Les données recueillies, appuyées par des modèles biogéochimiques de nouvelle génération, permettront de simuler le devenir du fer hydrothermal et d'en estimer les effets sur la production primaire et le cycle du carbone à l'échelle régionale et mondiale, aujourd'hui et dans le futur. En révélant l'impact encore méconnu du volcanisme sous-marin sur la fertilisation des océans, HARVEST offrira un nouvel éclairage sur les interactions entre la Terre solide, la dynamique océanique et les écosystèmes marins.

2. Objet du marché

Le présent marché a pour objet l'acquisition de 23 capteurs océanographiques, de 4 échantillonneurs passifs de métaux sur mouillage et de 3 échantillonneurs d'ADN environnemental pour le compte de Géoazur et du LOV.

Le marché est décomposé en 4 lots, selon la répartition suivante :

LOT 1 : 10 capteurs de fer éventuellement portés à 14 ou 17 en fonction de la PSE retenue

LOT 2 : 13 capteurs Conductivity Temperature Depth (CTD)

LOT 3 : 4 échantillonneurs passifs de métaux et mercure

LOT 4 : 3 échantillonneurs ADN environnemental

Le lot n°1 a pour objet l'acquisition de 10 (éventuellement portés à 14 ou 17 en fonction de la PSE retenue) capteurs de fer dissous *in situ* certifiés à une opération à 4000 m de profondeur dans les océans.

Le capteur de fer dissous doit être livré dans un boîtier autonome. Il est destiné à être monté sur un flotteur-profileur sismo-acoustique autonome (de type MERMAID ou similaire, www.earthscopeoceans.org), et à être contrôlé par la carte électronique du flotteur.

Lors de sa mission scientifique d'une durée d'environ un an, le flotteur avec son capteur de fer passera la plupart de son temps stationnaire, à environ 1 mètre au-dessus du fond marin, et c'est là que seront effectuées la majorité des mesures de fer dissous. Certaines mesures pourront également être réalisées pendant les phases de remontée ou de descente du flotteur. Lors des remontées périodiques du flotteur à la surface de la mer, les données acquises sont transmises au serveur du Prescripteur via une liaison satellite, et cela doit inclure les mesures de fer dissous, ce qui nécessite une liaison de communication entre le capteur de fer et le flotteur.

Les dimensions, le poids, l'interface et la consommation électrique du capteur de fer monté sur le flotteur doivent être compatibles avec les capacités du flotteur en ce qui concerne l'encombrement, le poids dans l'eau et la consommation électrique. L'intégration technique du capteur de fer avec le flotteur sera réalisée par le fabricant du flotteur. Le Titulaire du présent marché est tenu de coopérer avec le fabricant du flotteur pour cette intégration technique, si nécessaire.

Les capteurs sont destinés à l'UMR Géoazur, projet de recherche ERC SYNERGY "HARVEST".

Le marché du Lot 1 comprend *à minima* les prestations suivantes :

- La livraison des capteurs de fer avec leurs certificats de calibration, y compris pour la consommation électrique
- La démonstration du fonctionnement de la programmation des fonctionnalités
- Tous les logiciels nécessaires pour programmer les capteurs
- La formation pour le déploiement en mer
- Une documentation technique détaillée et un manuel d'utilisation

3. Caractéristiques techniques minimales

Les caractéristiques techniques minimales attendues sont les suivantes :

- Capteur de fer dissous pour opération en milieu océanique
- Livré en version autonome ("stand-alone") dans son conteneur dédié.
- Profondeur d'opération certifiée de la surface jusqu'à 4000 mètres
- Autonomie suffisante (électrique et chimique) pour effectuer des centaines de mesures lors d'une mission d'un an, sans maintenance intermédiaire. Configuration flexible de l'intervalle d'échantillonnage.
- À programmer pour mesurer à la fois le fer ferreux (Fe^{2+}) et le fer ferrique (Fe^{3+}).
- Performances des mesures de fer dissous
 - Filtration de l'échantillon avant la mesure de la phase dissoute seulement
 - Gamme de mesure 0-100 μM
 - Limite de détection $<0.02 \mu\text{M}$
 - Précision typique 2%
 - Plage de température de 0°C à au moins 30°C
 - Auto-étalonnage *in situ*
 - Communication de préférence via une interface série standardisée RS232. Il doit être possible pour l'électronique d'acquisition du flotteur de récupérer les données de fer pendant la mission via cette interface.
- Consommation énergétique et chimique à minimiser, compatible avec la durée de la mission des flotteurs.
- Consommation en veille inférieure à 50 mW et idéalement de l'ordre de 10 mW ou moins.
- Dimensions et poids indicatifs : Longueur ≤ 60 cm. Diamètre ≤ 20 cm. Poids dans l'eau ≤ 1 kg.
- Connecteur : Type Subconn
- Récupération des déchets chimiques après analyse

Méthodologie attendue :

- Le Titulaire est tenu de collaborer avec le fournisseur des flotteurs-profileurs afin de faciliter l'interface technique des capteurs de fer avec la plateforme physique et électronique des flotteurs. La responsabilité principale de cette intégration incombe au fournisseur des flotteurs.

Livrables détaillés :

- Capteur de fer prêts à être déployés
- Certificat de calibration pour chaque capteur
- Preuves de résistance à des pressions de 4000 mètres
- Manuel utilisateur
- Manuel de maintenance de l'instrument, notamment concernant les changements de réactifs chimiques
- Logiciels nécessaires pour programmer les capteurs et pour récupérer leurs données.

4. Formation

Une formation utilisateur est prévue au présent marché, les conditions minimales sont les suivantes :

- Démonstration de la programmation et vérification des fonctionnalités du capteur de fer.
- Démonstration de la récupération des données et formation aux logiciels nécessaires.
- Démonstration du changement de poche de réactifs chimiques.

Durée et lieu :

Une formation à distance par visioconférence doit être proposée d'une durée permettant la maîtrise complète des trois types de démonstrations (environ 3 heures).

5. Essais ou démonstrations

Une fois les flotteurs livrés et mis en service, l'admission sera prononcée à la suite des tests fonctionnels décrits ci-dessous :

- une vérification du fonctionnement de la communication entre les capteurs et l'électronique de pilotage d'un flotteur via interface série RS232.

6. Lieu d'exécution

Le lieu d'exécution des prestations est le suivant :

La livraison et la mise en service auront lieu dans les locaux de Géoazur, Bâtiment 1, 250 rue Albert Einstein, 06560 Valbonne.

7. Constatation d'exécution du marché

- L'admission sera prononcée suite à la réussite des tests fonctionnels décrits sous le point "Essais ou démonstrations".
- Rédaction d'un procès-verbal de réception

En l'absence de complétude de cet article, les opérations de vérifications se réaliseront conformément aux articles 27 à 30 du CCAG-FCS.

8. Documents à fournir par le titulaire

Lors de la livraison, le titulaire devra remettre les documents suivants :

- Fiches techniques détaillées
- Manuels utilisateurs
- Manuel de maintenance des capteurs
- Certificats de conformité
- Rapport de test ou d'étalonnage

Fin du document