



UNION EUROPEENNE



Université
de Rennes



CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIERES

(CCTP)

Personne publique :

UNIVERSITE DE RENNES

Pôle des Achats

2 rue du Thabor CS 46510

35065 RENNES CEDEX

Objet de la consultation :

*Acquisition, Livraison et Mise en service d'équipements scientifiques pour l'Université de Rennes
(CPER GLAZ PHASE 5b)*

Construction de la plateforme d'observation Atlantic ANthropogenic Landscape

LOT 14 : Système de mesure acoustique distribuée par fibre optique

LOT 15 : Interrogateur multiphysique sur fibre optique

établi en application du code de la commande publique
(ordonnance 2018-1074 du 26 novembre 2018 et décret 2018-1075 du 3 décembre 2018)

La procédure de consultation utilisée est la suivante :
Appel d'offres ouvert européen en application du code de la commande publique
Articles L. 2124-2, R. 2124-2 1° et R. 2161-2 à R. 2161-5

Référence Consultation : 2025069AOF

Version établie en date du 16/12/2025

Table des matières

Introduction	3
Lot 1 : Système de mesure acoustique distribuée par fibre optique	4
1. Description du lot	4
2. Prestations générales du lot.....	4
3. Caractéristiques techniques de l'équipement	4
4. Documents à fournir en réponse à l'appel d'offres	5
5. Livraison.....	5
6. Destinataire et adresse de livraison	5
7. Garanties	6
8. Maintenance et révision périodique	7
9. Prestations Supplémentaires Éventuelles	7
Lot 2 : Interrogateur multiphysique sur fibre optique	8
1. Préambule :	8
2. Description du lot	8
3. Caractéristiques techniques	8
4. Documents à fournir en réponse à l'appel d'offres	9
5. Livraison et installation	9
6. Destinataires et lieu de livraison	9
7. Formation et installation de l'équipement	10
8. Garanties	10
9. Maintenance et révision périodique	10
10. Prestations Supplémentaires Eventuelles	10

Introduction

L'objectif de cette fiche est d'acquérir un parc instrumental commun, partagé et interopérable pour la construction d'une infrastructure d'observation régionale d'envergure Européenne. L'enjeu est de réunir les compétences et expériences régionales pour répondre au défi de la construction d'une plateforme d'observation permettant de mettre en œuvre une approche systémique des socio-écosystèmes dans le continuum Terre-Mer. La plateforme s'appuie sur les observatoires labellisés par les infrastructures de recherche OZCAR, RZA et ILICO, avec l'ambition de devenir un interlocuteur fort de la nouvelle infrastructure de recherche européenne eLTER. L'enjeu consiste à définir une infrastructure d'observation commune à 5 sites, avec les principes suivants : assurer une soutenabilité opérationnelle de ces systèmes (télétransmission, facilité d'utilisation et de maintenance, télétransmission) et privilégier des solutions frugales en énergie.

Présentation des lots :

Phase 5B

- Lot 14 : Système de mesure acoustique distribuée par fibre optique
- Lot 15 : Interrogateur multiphysique sur fibre optique

Lot 1 : Système de mesure acoustique distribuée par fibre optique

1. Description du lot

Le présent cahier des clauses particulières (CCP) a pour objet la fourniture d'un système d'acquisition de mesure acoustique distribuée par fibre optique. Un système d'acquisition dit « DAS ».

L'acquisition de cet équipement a pour but de développer l'instrumentation in-situ par fibre optique pour des applications principalement terrestres, en lien avec la ressource en eau et les processus environnementaux ayant lieu dans les systèmes aquatiques de surface et de sub-surface. La technique d'acquisition dite de « mesure acoustique distribuée », ou Distributed Acoustic Sensing (DAS) en anglais, a une place particulière dans ce projet compte-tenu des capacités de mesure avérées de cette technologie à fournir de nouvelles observations sur de grandes distances et avec une très bonne résolution spatiale et temporelle dans des environnements très variés et parfois difficiles d'accès (rivière, lac, agrosystèmes, milieu urbain, etc...).

2. Prestations générales du lot

Le marché comprend les prestations suivantes :

- La fourniture du système complet ;
- L'emballage et le transport du système ;
- La fourniture du logiciel dédié au système et sa licence d'exploitation ;
- L'installation et la configuration du système en téléassistance ;
- La documentation ;
- Le service après-vente ;
- Une garantie de 24 mois.

3. Caractéristiques techniques de l'équipement

Le matériel à mettre en œuvre devra répondre aux exigences suivantes :

- Résolution spatiale réglable entre un minimum de 2 m, voire moins, et un maximum de plusieurs dizaines de m ;
- Échantillonnage spatial minimum 2m, voire moins ;
- Fréquence d'échantillonnage réglable de 0,4 kHz à 50 kHz voire plus ;
- Le loss budget unidirectionnel doit être supérieur à 25 dB;
- La portée minimale de l'instrument doit être d'au moins 100 km avec une fibre monomode standard ayant une atténuation de 0.2 dB/km ;
- Le bruit propre d'une fibre monomode standard de 10 km de long avec une fréquence d'échantillonnage de 10 kHz (ou moins) et une longueur de gauge de 10m (ou moins) doit être inférieur ou égal à $3 \text{ p}\epsilon/\sqrt{\text{Hz}}$, à une fréquence de 10Hz ; De même, le bruit propre d'une fibre monomode standard de 50 km de long avec une fréquence d'échantillonnage de 2 kHz (ou moins) et une longueur de gauge de 10m (ou moins) doit être inférieur ou égal à $4 \text{ p}\epsilon/\sqrt{\text{Hz}}$, à une fréquence de 10Hz ;

- Le système de mesure doit intégrer la possibilité d'enregistrer les données brutes à haute résolution, puis de rejouer les données avec d'autres paramètres, pour pouvoir sélectionner les données pertinentes à conserver ;
- Le système proposé doit avoir une capacité de stockage au minimum de 60 To ;
- L'acquisition ou l'export des données doit pouvoir se faire au format non propriétaire HDF5 ou miniSEED ;
- La communication à distance avec le système de mesure doit être possible (vérification de l'état de santé, paramétrage, redémarrage, téléchargement des données) ;
- Les mises à jour pertinentes du logiciel du système de mesure devront être assurées pendant la durée de la garantie ;
- L'assistance pendant la première installation et configuration du système devra être assurée en présentiel ou bien à distance ;

4. Documents à fournir en réponse à l'appel d'offres

Les candidats devront fournir les documents techniques détaillés de l'équipement, des logiciels et de la maintenance, rédigés de préférence en français, à défaut en anglais. Lors de l'exécution du marché, le titulaire devra fournir le manuel d'installation et d'utilisation.

Les candidats devront également fournir le coût global HT des équipements, les fiches techniques des équipements et des contraintes techniques associées, ainsi que le descriptif des opérations de maintenance s'il y a lieu.

Ces documents seront à fournir sur support numérique au format PDF.

5. Livraison

Délai de livraison : à compter de la notification du marché, l'équipement devra être livré sous un **délai maximum de 5 MOIS**. Le délai applicable dans le cadre du présent marché sera néanmoins celui précisé par le titulaire dans son offre, si celui-ci est inférieur au délai maximum fixé ci-dessus.

Les coûts de livraison devront être détaillés. Les frais de transport, de conditionnement, de chargement, d'arrimage, de déchargement, de déballage et de manutention seront à la charge du titulaire.

6. Destinataire et adresse de livraison

Adresse de livraison : Olivier Bour et Hugo Reiller - Université de Rennes - OSERen/Géosciences Rennes - Campus de Beaulieu-Bât. 15, 2ème étage - 263 Avenue du Général Leclerc - 35042 Rennes Cedex

Si des fournitures se révélaient être non conformes, elles seraient refusées et devraient être remplacées immédiatement par le titulaire. La livraison sera effectuée aux heures et jours d'ouverture du lieu de livraison en présence d'un représentant de Géosciences Rennes ou de l'OSERen. Les emballages relèvent de la responsabilité du titulaire et restent sa propriété, le titulaire doit prendre en charge leur évacuation. Les risques afférents au transport des fournitures jusqu'au lieu de destination incombent au titulaire.

Le titulaire du marché s'engagera à fournir à la livraison toute la documentation technique nécessaire à une utilisation correcte et optimale du matériel et à son entretien courant.

7. Garanties

Le système proposé doit inclure une garantie d'au moins 24 mois. Au titre de cette garantie, le titulaire s'oblige à remettre en état ou à remplacer à ses frais la partie de la prestation qui serait reconnue défectueuse, exception faite du cas où la défectuosité serait imputable à l'Université.

Cette garantie couvre également les frais de déplacement de personnel, de conditionnement, d'emballage et de transport de matériel nécessités par la remise en état ou le remplacement, qu'il soit procédé à ces opérations au lieu d'utilisation de la prestation ou que le titulaire ait obtenu que la fourniture soit renvoyée à cette fin dans ses locaux.

Lorsque, pendant la remise en état, la privation de jouissance entraîne pour l'Université un préjudice, celle-ci peut exiger un matériel de remplacement équivalent. L'équipement est intégralement couvert par une garantie d'une durée minimale de 24 mois. Dans le cas où le titulaire a proposé dans le cadre de réponse technique une durée de garantie supérieure, celle-ci s'applique. La garantie commence à compter de la date d'admission définitive par l'Université de l'équipement.

Les prestations de service après-vente du titulaire s'exécutent durant toute la période de garantie. Le titulaire s'engage sur le service après-vente tel que décrit dans le cadre de réponse technique.

En tout état de cause, le service après-vente prévoit au minimum et sans surcoût pendant la durée de garantie les services décrits suivants :

1. Le service après-vente du titulaire inclut un support technique (y compris sur le logiciel) gratuit et illimité pendant les jours ouvrés pendant toute la période de garantie.
Le support technique est accessible par téléphone (appel non surtaxé) et/ou par courriel.
Le délai de réponse, suite à l'appel téléphonique et/ou l'envoi d'un courriel, est tel qu'indiqué dans la cadre de réponse technique.
Les autres engagements du titulaire concernant le support technique figurent dans son cadre de réponse technique.
2. Pendant toute la période de garantie, le titulaire a une obligation de résultat concernant le respect des délais d'intervention, tels que décrits dans le cadre de réponse technique, en cas de panne ou par expédition aux frais du titulaire. Ces délais s'entendent en jours ouvrés à compter de la demande d'intervention. Ils prennent en compte la localisation du site d'implantation de l'instrument. La demande d'intervention peut être effectuée par courriel ou par téléphone, confirmée par voie électronique. L'enregistrement de la demande d'intervention doit faire l'objet d'une confirmation écrite (par courriel) par le titulaire.
Le délai d'intervention commence dès la date d'envoi de la demande d'intervention. Dans le cas du non-respect de ce délai, le titulaire encourt des pénalités.
3. Pendant toute la période de garantie, le titulaire a une obligation de résultat et de délai concernant la remise en état de fonctionnement opérationnel de l'instrument en conformité avec les performances techniques et fonctionnelles prévues initialement dans le marché. Le délai dont dispose le titulaire pour effectuer une mise au point ou une réparation est respectivement de 2 mois et 4 mois.

4. Le titulaire s'engage à remplacer les pièces détachées usagées, pendant une durée minimale, tel qu'indiqué par le titulaire dans le cadre de réponse technique, à compter de la date d'admission définitive de l'équipement. Dans le cas contraire, le titulaire encourt des pénalités.

Options

En option, les candidats pourront proposer des extensions de garantie et des contrats de maintenance. Ces contrats de maintenance seront détaillés et devront intégrer à minima la prise en charge d'une visite préventive annuelle. Les candidats indiqueront les contrats de maintenance possibles en précisant le coût annuel, le détail de la prise en charge, les délais et durées d'intervention, le nombre de visites préventives et/ou curatives annuelles.

8. Maintenance et révision périodique

S'il y a un entretien spécifique de l'équipement à prévoir, les candidats devront donner une estimation du coût annuel d'entretien de l'équipement et des coûts de maintenance ou de révision périodique.

9. Prestations Supplémentaires Éventuelles

- PSE 1 : La formation nécessaire pour 5 personnes à minima durant deux jours, concernant l'installation et l'utilisation de l'équipement, inclut la programmation des acquisitions, ainsi que l'utilisation du logiciel de traitement des données. A défaut d'être en présentiel, cette session de formation pourra se faire par visio-conférence avec interaction à distance sur le système de mesure.
- PSE 2 : Les candidats sont invités à proposer des formations complémentaires, expertes, pour la maîtrise des outils notamment sur le traitement des données, la programmation des acquisitions. Ces formations devront pouvoir être suivies par 5 personnes minimum, être en présentiel ou distanciel, et d'une durée d'au moins 1 journée (8 heures).
- PSE 3 : Un filtre ou système pour faire fonctionner l'unité sur des câbles de télécommunication en coexistence avec un trafic de télécommunications.
- PSE 4 : Une capacité supplémentaire de stockage de données d'au moins 60 TB
- PSE 5 : Si les équipements le nécessitent, un contrat de maintenance qui permette de s'assurer de la qualité des équipements au-delà de la période de garantie.
- PSE 6 : Extension de garantie +1 an (soit 3 ans au total)
- PSE 7 : Extension de garantie +2 ans (soit 4 ans au total)

Lot 2 : Interrogateur multiphysique sur fibre optique

1. Préambule :

Afin d'éviter tout malentendu avec les candidats éventuels, le Lot 2 qui correspond au "Capteur multiphysique sur fibre optique" dans la convention CPER/FEDER est renommé ici "Interrogateur multiphysique sur fibre optique".

2. Description du lot

Le laboratoire Géosciences Rennes de l'Université de Rennes a développé une forte expertise dans le domaine des ressources en eau. Ces dernières années, l'unité s'est renforcée en développant des compétences dans le domaine de l'instrumentation pour le suivi des environnements terrestres et souterrains. Dans ce domaine, l'unité s'est particulièrement intéressée aux outils de mesures distribuées par fibre optique qui permettent d'imager dans l'espace et dans le temps de nombreux processus environnementaux. Compte-tenu de l'hétérogénéité des milieux souterrains et de la grande variabilité à petite échelle des propriétés du milieu et des processus hydrologiques, un des objectifs des recherches de l'unité est d'améliorer la capacité d'imagerie des processus à l'échelle centimétrique, voire millimétrique dans des milieux complexes.

Afin de mieux appréhender le comportement des réservoirs et des milieux souterrains, le laboratoire Géosciences Rennes souhaite donc renforcer son expertise sur les systèmes de mesure de capteurs à fibre optique, en faisant l'acquisition d'un **interrogateur multiphysique** permettant de réaliser des mesures de déformation (ou de température dans le cas où la déformation ne serait liée qu'à des variations de température du milieu) en continue avec une résolution spatiale centimétrique ou millimétrique sur des longueurs de plusieurs dizaines de mètres. Dans ce cadre, il est envisagé de se doter d'un interrogateur à fibre optique distribuée qui permettra de mesurer les déformations mécaniques à partir de fibres optiques de plusieurs mètres intégrées au milieu ou à des ouvrages hydrauliques (puits, structures, digue) en exploitant le phénomène de rétrodiffusion de Rayleigh.

3. Caractéristiques techniques

Le système (interrogateur multiphysique) devra permettre de réaliser des mesures réparties de microdéformations (qui résultent de la déformation du milieu ou bien de variations de température), avec les caractéristiques suivantes :

- Le système sera compatible avec les fibres optiques monomodes et les connexions seront compatibles avec les connecteurs disponibles dans le commerce (type FC/APC, FC/E2000 ou LC/APC);
- Les mesures pourront être faites sur une longueur de fibre allant de quelques mètres à 100m ;
- Les mesures pourront être déportées de 50 m ou plus de l'interrogateur ;
- Les mesures devront être réalisées sur la base de l'analyse du spectre de rétrodiffusion de Rayleigh ;
- La résolution spatiale minimale doit être inférieure à 5 mm ;

- La précision de la mesure de microdéformations devra être inférieure ou égale à 30 µm/m;
- La fréquence d'acquisition des mesures devra dépasser 200 Hz pour des fibres d'une longueur inférieure à 2 m ;
- Le système permettra la configuration et l'utilisation des fibres de mesure personnalisées réalisées par le laboratoire Géosciences Rennes (fourniture d'un logiciel de création de capteurs compatibles avec l'interrogateur).
- Le système devra inclure un logiciel de contrôle, calibrage, acquisition et analyse des données, avec la possibilité d'exporter ces données au format tableur (.txt, .csv ou .dat) pour un post-traitement ;
- Les corrections de bugs et des mises à jour devront être envoyées au format électronique dès leur sortie pendant la période de garantie ;
- Le système informatique de contrôle/pilotage/acquisition installé sur le PC livré avec l'interrogateur devra être installable en doublon sur un PC durci du laboratoire.

Le matériel aura vocation à être utilisé hors des locaux de l'Université de Rennes, pour des expériences en milieu contrôlé, ou bien pour des expériences sur site. Le matériel devra donc être transportable facilement et dans des conditions assurant sa sécurité vis à vis des chocs, vibrations et projections. Il devra par ailleurs pouvoir fonctionner dans un environnement « terrain » ou « chantier ».

4. Documents à fournir en réponse à l'appel d'offres

Le coût HT des équipements.

Des fiches techniques des instruments et des contraintes techniques associées.

Un descriptif des opérations de maintenance s'il y a lieu.

Le fournisseur devra décrire explicitement le fonctionnement de son service après-vente (implantation, sous-traitance, délais, support téléphonique le cas échéant).

5. Livraison et installation

Délai de livraison : à compter de la notification du marché, l'équipement devra être livré sous un **délai maximum de 4 MOIS**. Le délai applicable dans le cadre du présent marché sera néanmoins celui précisé par le titulaire dans son offre, si celui-ci est inférieur au délai maximum fixé ci-dessus.

Les fournitures seront livrées à destination franco de port. Le transport s'effectuera sous la responsabilité du titulaire du marché jusqu'au lieu de livraison ci-dessous spécifié. Le conditionnement, le chargement, et le déchargement seront effectués sous sa responsabilité et à ses frais.

6. Destinataires et lieu de livraison

Adresse de livraison : Olivier Bour et Hugo Reiller - Université de Rennes - OSERen/Géosciences Rennes - Campus de Beaulieu-Bât. 15, 2ème étage - 263 Avenue du Général Leclerc - 35042 Rennes Cedex

Si des fournitures se révélaient être non conformes, elles seraient refusées et devraient être remplacées immédiatement par le titulaire. La livraison sera effectuée aux heures et jours d'ouverture du lieu de livraison en présence d'un représentant de Géosciences Rennes ou de l'OSERen. Les emballages relèvent de la responsabilité du titulaire et restent sa propriété, il doit prendre en charge

leur évacuation. Les risques afférents au transport de la fourniture jusqu'au lieu de destination incombent au titulaire.

Le titulaire du marché s'engagera à fournir à la livraison toute la documentation technique nécessaire (de préférence en français) à une utilisation correcte et optimale du matériel et à son entretien courant.

7. Formation et installation de l'équipement

La proposition devra inclure la formation nécessaire pour plusieurs personnes (de 5 à 8 personnes) concernant l'installation, la mise en route et l'utilisation de l'équipement. Cette formation, en présentiel de préférence, et d'au moins 1 journée (8 heures), devra inclure la programmation des acquisitions, ainsi que l'utilisation du logiciel fourni avec l'équipement. A défaut d'être en présentiel, cette session de formation pourra se faire par visio-conférence avec interaction à distance sur le système de mesure.

8. Garanties

La garantie, qui comprend les pièces, la main d'œuvre et les déplacements, de l'ensemble du matériel, s'étend sur une période minimum d'un an à compter de la date d'admission.

L'offre technique doit préciser les conditions d'application de la garantie.

9. Maintenance et révision périodique

S'il y a un entretien spécifique de l'équipement à prévoir, les candidats devront donner une estimation du coût annuel d'entretien de l'équipement et des coûts de maintenance ou de révision périodique.

10. Prestations Supplémentaires Eventuelles

- PSE 1 : Tout logiciel, module ou équipement supplémentaire permettant de compléter le système de mesure pour travailler sur 2 voies de mesures synchronisées et utilisables en parallèle
- PSE 2 : Extension de garantie +1 an (soit 2 ans au total)
- PSE 3 : Les candidats sont invités à proposer des formations complémentaires, expertes, pour la maîtrise des outils notamment sur le traitement des données, la programmation des acquisitions. Ces formations devront pouvoir être suivies par 5 personnes minimum, être en présentiel ou distanciel, et d'une durée d'au moins 1 journée (8 heures).