DELEGATION PARIS-NORMANDIE

CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIERES

MARCHES PUBLICS DE FOURNITURES

OBJET : Acquisition d'une caméra hyper sensible

Lot n°6

ACHETEUR :

CNRS-Délégation Paris-Normandie
3 rue Michel Ange
75794 PARIS Cedex 16

FORME CONTRACTUELLE :

Marché public ordinaire à prix forfaitaire et global passé selon la procédure formalisée d'appel d'offres ouvert en application des articles L. 2124-2, R. 2124-2 et R. 2161-2 à R. 2161-5 du code de la commande publique.

Il s'agit d'un marché de fournitures soumis aux dispositions du Cahier des Clauses Administratives Générales aux marchés publics de fournitures courantes (CCAG/FCS) issu de l'arrêté du 31 mars 2021.

Ce document comporte 10 pages, y compris la page de garde.

SOMMAIRE

1 PREAMBULE 4

2 PRESENTATION 4

2.1 CONTEXTE GENERAL DU PROJET 4
2.2 CONTEXTE DE L'ACHAT 5
2.3 OBJET DU MARCHE 5
2.4 ALLOTISSEMENT 5

3 DESCRIPTION DES EQUIPEMENTS ATTENDUS ET DES SPECIFICATIONS GENERALES ET TECHNIQUES 5

3.1 DESCRIPTION DE L'EQUIPEMENT ATTENDU 5
3.2 IDENTIFICATION DES PERFORMANCES TECHNIQUES ET FONCTIONNELLES MINIMALES ATTENDUES 6
3.2.1 Caractéristiques du détecteur 6
3.2.2 Performances optiques 6
3.2.3 Performances radiométriques 6
3.2.4 Refroidissement 7
3.2.5 Acquisition 7
3.2.6 Interfaces de contrôle et de communication 7
3.2.7 Certifications et normes électriques 7
3.3 LES PRESTATIONS COMPLEMENTAIRES 8

4 DELAI / MODALITES DE LIVRAISON ET D'EXECUTION DES PRESTATIONS 8

4.1 DELAI MAXIMUM DE LIVRAISON DE L'ENSEMBLE DES PRODUITS 8
4.2 MODALITES DE LIVRAISON ET AMENAGEMENT DES LOCAUX 8
4.3 LIEUX DE LIVRAISON / ACCES 9

5 DOCUMENTATION A PRODUIRE PAR LE TITULAIRE 9

6 MATERIEL MIS A DISPOSITION PAR LE CNRS 9

7 OPERATIONS DE VERIFICATION 9

8 GARANTIES CONTRACTUELLES / SERVICE APRES-VENTE 10

LISTE DES ABREVIATIONS

CCAG	Cahier des Clauses Administratives Générale
CCTP	Cahier des Clauses Techniques Particulières
CCAP	Cahier des Clauses Administratives Particulières
CNRS	Centre national de la recherche scientifique
EPST	Etablissement public à caractère scientifique et technologique
FCS	Fournitures courantes ou services
HT	Hors taxes
RC	Règlement de la consultation
RGPD	Règlement général sur la protection des données personnelles
PEPR	Programmes et équipements prioritaires de recherche
SCTD	Service centralisé de traitement de la dépense

Dans le présent CCTP :

- Les termes “équipement”, “fourniture” et “matériel” désignent indifféremment le matériel à fournir pour chaque lot ;
- Le terme “Titulaire” désigne la société qui se voit attribuer un ou plusieurs lots du marché ;
- Le terme “Marché” désigne le contrat conclu entre le CNRS et le Titulaire de chaque lot.

1 Préambule

La prise en charge des prestations définies dans le présent document constitue un contrat avec un établissement public avec obligation de moyens et de résultats.

Le Titulaire prend l'engagement qu'il est en mesure d'exécuter, ce marché dans le strict respect des obligations visées dans les documents contractuels du marché et ce, notamment, en matière de clauses de confidentialité, de qualification et d'assurances.

Le Titulaire est réputé, sous sa responsabilité et indépendamment de toutes justifications fournies, avoir reçu les autorisations légales d'exercer et posséder la qualification professionnelle correspondant à la nature et à l'importance de la prestation objet du présent marché. Il sera seul à supporter les conséquences qui pourraient résulter du fait que cette qualification ne serait pas conforme à la réglementation ou erronée et, en particulier, les conséquences de la résiliation que pourrait prononcer de ce fait, à bon droit, le CNRS.

Outre les documents constituant le dossier de consultation, le Titulaire du marché est tenu d'observer les spécifications et prescriptions des décrets, arrêtés, règlements, normes, textes en vigueur à la date de remise de son offre.

2 Présentation

Le Centre national de la recherche scientifique (ci-après « CNRS ») est un organisme public de recherche (Etablissement public à caractère scientifique et technologique, EPST, placé sous la tutelle du Ministère de l'enseignement supérieur, de la recherche et de l'innovation). Il produit du savoir et met ce savoir au service de la société.

Sa gouvernance est assurée par un président-directeur général, assistés de directeurs généraux délégués.

Avec plus de 33 000 personnes, un budget de 3,5 milliards d'euros et une implantation sur l'ensemble du territoire national, le CNRS exerce son activité dans tous les champs de la connaissance, en s'appuyant sur plus de 1100 laboratoires.

Présent dans tous les champs de la connaissance

Principal organisme de recherche à caractère pluridisciplinaire en France, le CNRS mène des recherches dans l'ensemble des domaines scientifiques, technologiques et sociétaux. Il couvre la totalité de la palette des champs scientifiques.

Le CNRS est présent dans toutes les disciplines majeures regroupées au sein de 10 instituts et développe, de façon privilégiée, des collaborations entre spécialistes de différentes disciplines, et tout particulièrement avec l'université, ouvrant de nouveaux champs d'investigations qui permettent de répondre aux besoins de l'économie et de la société.

Présent sur tout le territoire national

17 délégations en région assurent une gestion directe et locale des laboratoires et entretiennent les liens avec les partenaires locaux et les collectivités territoriales.

2.1 Contexte général du projet

Ce marché concerne l'acquisition d'un ensemble d'équipements nécessaires à la conduite des activités scientifiques du projet *Twil'Ice* (Photosynthesis at the twilight edge of Life in ice-covered oceans) financé par le Conseil Européen de la Recherche. Le projet Twil'Ice vise à comprendre les mécanismes qui permettent aux microalgues polaires de réaliser la photosynthèse dans les conditions de très faible luminosité qui caractérisent les océans recouverts de glace. Il déterminera les limites de la photosynthèse à faible éclairement, analysera les stratégies de survie durant la nuit polaire et quantifiera les flux d'énergie mis en jeu aux plus faibles niveaux de lumière. Le projet combinera des expériences en laboratoire, des observations réalisées tout au long de

l'année depuis la Tara Polar Station et des approches de télédétection afin de relier les processus observés à l'échelle microscopique à la production primaire à l'échelle de l'océan Arctique. Il développera et mettra en œuvre de nouveaux outils d'observation, notamment la microscopie endoscopique dans la glace, la spectroscopie ultrasensible, la microtomographie aux rayons X de la glace de mer et la spectrométrie de masse. Ces travaux permettront de préciser le rôle respectif de la lumière, des nutriments et de la physiologie des microalgues dans le contrôle de la fixation du carbone sous la glace. Les résultats contribueront à mieux comprendre le fonctionnement des écosystèmes polaires dans un contexte de changement climatique et apporteront un éclairage sur les conditions ayant permis le maintien de la vie photosynthétique lors des épisodes de « Terre boule de neige ».

2.2 Contexte de l'achat

L'équipement faisant l'objet de ce marché servira à mesurer la lumière naturelle dans les océans polaires sous la banquise, à des niveaux extrêmement faibles, et de manière résolue dans l'espace (images). Dans la mesure où le projet Twil'Ice vise à explorer les régimes lumineux les plus faibles sur Terre, les attentes sont les plus élevées au niveau des performances de sensibilité.

2.3 Objet du marché

Ce marché concerne l'acquisition d'une caméra hyper sensible.

2.4 Allotissement

Le présent marché est un marché **équipement.**

Le marché fait l'objet de neuf lots distincts. Chaque lot fait l'objet d'un marché séparé.

Lots	Dénomination des lots
1	Fluorimètre variable de laboratoire
2	Fluorimètre variable in situ
3	Spectromètre de masse quadripole à membrane d'introduction
4	Spectromètre de masse à rapport isotopique
5	**Spectromètre de type Joliot**
6	**Caméra hyper sensible**
7	Incubateur réfrigéré empilable (2 unités)
8	Incubateur réfrigéré de grand volume
9	Laser mono-coup haute-puissance vert

3 Description des équipements attendus et des Spécifications générales et techniques

3.1 Description de l'équipement attendu

Acquisition d'une caméra scientifique à très haute sensibilité, conçue pour la détection de photons uniques et l'acquisition d'images à très faible niveau naturel de luminosité dans la plage spectrale du visible étendue.

La caméra est destinée à des applications de radiométrie quantitative et d'imagerie scientifique, par exemple en environnement sous-marin, notamment pour la mesure de très faibles flux lumineux naturels et l'observation de phénomènes optiques à très faible luminosité. Elle sera utilisée sans éclairage artificiel.

Le système devra être fourni complet et prêt à être mis en service, incluant tous les composants matériels, logiciels, interfaces, accessoires et documents techniques nécessaires à son installation, à son exploitation et à son entretien.

3.2 Identification des performances techniques et fonctionnelles minimales attendues

Le système devra répondre aux exigences minimales suivantes (un tableau récapitulatif est présenté à la suite) :

3.2.1 Caractéristiques du détecteur

- Détecteur à multiplication électronique (EMCCD) ou technologie offrant des performances équivalentes ou supérieures;
- Résolution minimale de **1024 × 1024 pixels**;
- Taille des pixels de **13 ± 1 µm**;
- Détecteur à transfert de trame (*Frame Transfer*) ou technologie équivalente;
- Présence d'un obturateur mécanique programmable intégré au capteur.

3.2.2 Performances optiques

- Plage spectrale effective comprise entre **250 et 1100 nm**;
- Réponse spectrale plane entre **425 et 700 nm**, sans diminution significative de l'efficacité quantique (QE typique ≈ 80–90 %)
- Rendement quantique supérieur à **90 % à 600 nm**;
- Détecteur à faible effet de franges (*Low Fringing*) ou offrant une performance équivalente.

3.2.3 Performances radiométriques

- La caméra devra satisfaire aux exigences minimales suivantes :
- Permettre la détection et la quantification de très faibles flux lumineux;
- Bruit de lecture ≤ **1 électron RMS**, ou performance équivalente;
- Bruit d'injection de charges (CIC) ≤ **0,0015 électron/pixel/image**, ou performance équivalente;
- Courant d'obscurité ≤ **0,002 électron/pixel/seconde**;
- Efficacité de transfert de charges (CTE) ≥ **0,999989**, ou performance équivalente;
- Système de gain électronique calibré et réglable sur une plage minimale de **1 à 5 000**, ou performance équivalente;
- Plage dynamique compatible avec des mesures radiométriques quantitatives;
- Réponse linéaire compatible avec des mesures scientifiques quantitatives;
- Convertisseur analogique-numérique d'une résolution minimale de **16 bits**;
- Résolution de l'horodatage ≤ **5 ns**.

3.2.4 Refroidissement

La caméra devra satisfaire aux exigences minimales suivantes :

- Système de refroidissement permettant d'atteindre un courant d'obscurité ≤ **0,002 électron/pixel/seconde**;
- Stabilité thermique compatible avec des acquisitions scientifiques quantitatives de longue durée.

3.2.5 Acquisition

La caméra devra satisfaire aux exigences minimales suivantes :

- Vitesse de lecture des pixels pouvant atteindre au moins **20 MHz**, sans dégradation significative des performances radiométriques;
- Temps d'exposition programmable;
- Modes de fonctionnement CCD conventionnel et EM (ou technologie équivalente);
- Binning programmable;
- Régions d'intérêt (ROI) programmables;
- Mode capteur tronqué (*Cropped Sensor*) programmable;
- Prise en charge d'un mode d'intégration à retard temporel (*Time Delay Integration – TDI*) ou d'une technologie équivalente permettant l'acquisition d'images de scènes en mouvement à très faible luminosité;
- Déclenchement interne et externe;
- Synchronisation compatible avec des systèmes de déclenchement externes.

3.2.6 Interfaces de contrôle et de communication

La caméra devra satisfaire aux exigences minimales suivantes :

- Monture optique **C-Mount** ou équivalente permettant l'installation d'une lentille adaptée à l'imagerie sous-marine;
- Interface de communication **GigE**, ou interface offrant des performances équivalentes;
- Possibilité d'ajuster la zone d'imagerie (256 × 256, 512 × 512 et 1024 × 1024 pixels) ainsi que les régions d'intérêt (ROI);
- Logiciel d'acquisition fourni;
- API/SDK fourni;
- Formats de données compatibles avec **TIFF**, **FITS** ou un format scientifique équivalent (p. ex. RAW).

3.2.7 Certifications et normes électriques

- Tout équipement livré doit être certifié par un des organismes d'accréditation reconnus par le Conseil canadien des normes (CCN) et la Régie du bâtiment du Québec (RBQ). Les organismes d'approbation accrédités par la Régie du bâtiment sont disponibles à l'adresse suivante : https://www.rbq.gouv.qc.ca/domaines-dintervention/.
- Pour tout équipement électrique non certifié par l'un de ces organismes d'accréditation, le FOURNISSEUR doit obtenir, à ses frais, une certification à la suite d'une évaluation spéciale effectuée par un

organisme reconnu à cet effet. Dans une telle éventualité, le Bien doit être certifié avant d'être livré sur le site de l'ORGANISME PUBLIC.

- La fabrication et l'installation des équipements et des services reliés doivent être conformes aux normes et références suivantes selon la version la plus récente de celles-ci (liste non exhaustive):

- Canadian standards association, norme CSA C22.10-18.

3.3 Les prestations complémentaires

Le fournisseur devra inclure les prestations complémentaires suivantes dans sa proposition :

- la fourniture de tous les logiciels, licences, interfaces, câbles, alimentations électriques, connecteurs et accessoires nécessaires à l'installation, à la mise en service et au fonctionnement complet du système;
- la remise de la documentation technique complète, incluant les manuels d'installation, d'utilisation, d'entretien, de dépannage ainsi que les procédures de calibration et de vérification des performances;
- une garantie minimale d'un (1) an couvrant les pièces, la main-d'œuvre et l'assistance technique;
- la mise en service du système et la formation des utilisateurs portant sur l'installation, la configuration, l'exploitation, la calibration, l'entretien préventif ainsi que les procédures de dépannage de la caméra;
- un accompagnement technique lors de l'intégration de la caméra au système d'imagerie sous-marin utilisé dans le cadre du projet, notamment en ce qui concerne les interfaces électriques, les communications, le contrôle de la caméra, la synchronisation avec les autres instruments, ainsi que les recommandations relatives à son intégration sur une plateforme autonome ou téléopérée (p. ex. **AUV** ou **ROV**);
- la disponibilité d'un soutien technique du fabricant ou de son représentant autorisé pendant la période de garantie.

4 Délai / Modalités de livraison et d'exécution des prestations

4.1 Délai maximum de livraison de l'ensemble des produits

L'équipent faisant l'objet de ce marché devra être livré (livraison unique) en moins de 90 jours à compter de la réception du bon de commande.

4.2 Modalités de livraison et aménagement des locaux

Les livraisons s'effectuent les jours ouvrés du lundi au vendredi de 9h à 12h et de 14h à 17h.

Les prestations de livraison comprennent le transport du matériel sur le lieu d'installation, le déballage, l'évacuation et la destruction des emballages.

Les risques afférents au transport jusqu'au lieu de livraison incombent au titulaire.

Le titulaire est responsable des opérations de conditionnement, d'emballage, de chargement et d'arrimage.

La date exacte de livraison des prestations sera fixée de commun accord entre le laboratoire et le titulaire. Le titulaire ou son représentant désigné à cet effet, devra assister à la livraison des prestations.

Les prestations livrées par le titulaire ou son représentant doivent être accompagnées d'un bon de livraison établi en deux exemplaires, précisant :

ø La date d'expédition,

ø Les références du marché,

ø L'identification du titulaire,

ø L'identification des fournitures livrées.

La livraison des prestations sera constatée par la délivrance d'un récépissé au titulaire ou par la signature d'un double du bulletin de livraison.

A la suite de la livraison, l'ensemble des matériels sont installés par le titulaire pour ne pas encombrer les locaux du laboratoire.

Le laboratoire effectue au moment même de la livraison, l'opération de vérification quantitative simple qui ne nécessite qu'un examen sommaire, ayant pour but de constater la conformité des matériels livrés avec les spécifications du marché.

Dommages occasionnés par les livraisons et les installations :

Le titulaire reste responsable de toute dégradation, de quelque nature que ce soit, occasionnée par ses agents ou le transporteur sur les équipements : bâtiments, terrains, plantations, installations, etc.…

Le CNRS se réserve le droit d'exécuter elle-même ou de faire exécuter, au compte du titulaire, la réparation des dommages causés.

Aucun aménagement technique n'est nécessaire.

4.3 Lieux de livraison / Accès

La livraison doit avoir lieu à l'adresse suivante :

Laboratoire International de Recherche Takuvik (IRL 3376) - CNRS

Complexe scientifique de l'Institut nordique du Québec

1030, avenue des Sciences-de-la-Vie

Université Laval, Québec (Québec) G1V 0A6

CANADA

5 Documentation à produire par le Titulaire

Le fournisseur devra fournir :

- les manuels d'utilisation, d'installation, d'entretien et de maintenance ;
- les procédures de calibration recommandées par le fabricant ;
- les certificats de performance applicables ;
- un engagement de support et de service technique d'une durée de cinq (5) ans.

6 Matériel mis à disposition par le CNRS

Aucun

7 Opérations de vérification

Les opérations de vérification et d'admission seront réalisées conformément à CCAG/FSC.

8 Garanties contractuelles / Service après-vente

Il est fait application des CCAG FCS.