DELEGATION PARIS-NORMANDIE

CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIERES

MARCHES PUBLICS DE FOURNITURES

OBJET : Acquisition d'un Laser mono-coup haute-puissance vert

Lot n°9

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 générales 6
3.2.2 Spécifications optiques et du faisceau 6
3.2.3 Régime de fonctionnement et déclenchement 7
3.2.4 Conditions environnementales et opération à basse température 7
3.2.5 Génération de seconde harmonique 7
3.2.6 Fourniture de l'équipement 7
3.2.7 Sécurité laser 8
3.2.8 Exigences relatives aux services 8
3.2.9 Certifications et normes électriques 8
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 9
4.3 LIEUX DE LIVRAISON / ACCES 9

5 DOCUMENTATION A PRODUIRE PAR LE TITULAIRE 9

6 MATERIEL MIS A DISPOSITION PAR LE CNRS 10

7 OPERATIONS DE VERIFICATION 10

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 de source d'excitation adjointe à un spectromètre de type Joliot (Lot 5).

2.3 Objet du marché

Ce marché concerne l'acquisition d'un laser mono-coup haute-puissance vert.

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

Laser pulsé déclenché (*Q-switched*) pour excitation photosynthétique

Le laser pulsé devra fournir une source d'excitation lumineuse intense et de courte durée, destinée à l'excitation en régime *single turnover* des centres réactionnels du photosystème I et II, via le pompage d'un laser à colorant dans une chambre accordable (chaîne MiniDye, fournie hors lot). La longueur d'onde d'excitation devra se situer dans le domaine vert (~520–535 nm). Le système devra s'intégrer au spectromètre de type Joliot (voir Lot 5) et permettre le déclenchement et la synchronisation des impulsions à partir du logiciel de séquences de ce dernier.

3.2 Identification des performances techniques et fonctionnelles minimales attendues

3.2.1 Caractéristiques générales

Le laser devra répondre aux exigences minimales suivantes :

- Laser à l'état solide pompé par diode (Nd:YLF, Nd:YAG ou milieu équivalent), fonctionnant en régime déclenché (*Q-switch*) mono-coup.
- Génération de seconde harmonique intégrée fournissant une excitation dans le domaine vert (voir sections 2 et 5).
- Système de refroidissement ne présentant aucun risque de gel ni de condensation dommageable à la température d'opération (voir section 4) ; un refroidissement par air (sans circuit d'eau) est privilégié à cet égard.
- Faisceau de sortie de qualité élevée, à profil quasi-gaussien, adapté au couplage efficace dans une chaîne de laser à colorant (MiniDye).
- Encombrement de la tête laser **:** l'ensemble optique destiné à être monté sur le banc (tête laser, module de seconde harmonique intégré et plaque de base) devra présenter une emprise au sol n'excédant pas 300 mm × 600 mm (largeur × longueur) et une hauteur hors-tout n'excédant pas 500 mm. Le contrôleur et le bloc d'alimentation, s'ils sont séparés, peuvent être déportés hors du banc et ne sont pas comptés dans cette emprise.
- Alimentation compatible avec le réseau électrique nord-américain (110 V AC ± 10 %, 60 Hz, prise NEMA 5-15).

3.2.2 Spécifications optiques et du faisceau

Le laser devra respecter au minimum les spécifications suivantes, mesurées à la longueur d'onde d'excitation (seconde harmonique) et dans les conditions d'opération de la section 4 :

- **Longueur d'onde d'excitation :** domaine vert, ~520–535 nm, obtenue par génération de seconde harmonique de la source fondamentale (p. ex. ~1053 nm → ~526.5 nm pour un Nd:YLF, ou ~1064 nm → 532 nm pour un Nd:YAG). Toute longueur d'onde de cette plage est acceptable.
- **Énergie par impulsion à la longueur d'onde d'excitation :** ≥ 16 mJ, garantie à la température d'opération (voir section 4).
- **Durée d'impulsion :** ≤ 10 ns (largeur à mi-hauteur, FWHM), afin de garantir un régime d'excitation en *single turnover* et de préserver une puissance-crête suffisante pour le pompage efficace du colorant.
- **Stabilité de l'énergie par impulsion :** ≤ 1 % RMS (moyenne quadratique).
- **Profil de faisceau :** quasi-gaussien (ajustement gaussien ≥ 80 %), à faible divergence (≤ 1.5 mrad, angle plein).
- *Gigue temporelle (*jitter*) :* ≤ 1 ns RMS, afin de garantir une synchronisation précise avec l'acquisition du spectromètre.

Le soumissionnaire devra indiquer explicitement la qualité de faisceau (facteur M^2 ou ajustement gaussien) à la longueur d'onde d'excitation, afin de permettre l'évaluation du couplage dans la chaîne MiniDye.

3.2.3 Régime de fonctionnement et déclenchement

- Le laser devra pouvoir fonctionner en **régime d'impulsion unique** (*single-shot*) ainsi qu'à faible cadence de répétition, < 1 Hz, avec conservation de l'énergie et de la stabilité spécifiées.
- Le déclenchement devra pouvoir être commandé **de manière externe** (entrée TTL ou équivalent), à partir des séquences programmées dans le logiciel du spectromètre de type Joliot.
- Compatibilité complète avec le déclenchement du *Q-switch* directement à partir des séquences programmées dans le logiciel du spectromètre.
- Synchronisation temporelle des déclenchements laser avec les acquisitions du spectromètre.
- Fourniture des câbles, connecteurs et interfaces de déclenchement nécessaires à cette intégration.

3.2.4 Conditions environnementales et opération à basse température

Le laser sera installé et utilisé dans un laboratoire froid maintenu à environ 0 °C.

- Le système devra assurer un **fonctionnement fiable à une température ambiante d'environ 0 °C**, avec des oscillations typiques comprises entre −1 et +5 °C, sans nécessiter de procédure d'exploitation particulière pour l'usage quotidien courant dans cette plage.
- Le soumissionnaire est libre de proposer le moyen technique de son choix (boîtier thermiquement isolé et stabilisé, refroidissement par air, ou tout autre dispositif) permettant d'atteindre cette exigence. La solution proposée devra couvrir au minimum la plage de fonctionnement effective du laboratoire.
- Le soumissionnaire devra préciser la plage de température de fonctionnement garantie, distinguer les plages effectivement qualifiées (testées) des plages garanties par spécification, et décrire toute procédure de démarrage particulière requise en fonction de la température.
- Le soumissionnaire devra indiquer toute dérive attendue des paramètres de performance (énergie, stabilité, pointé, qualité de faisceau) dans la plage d'opération à basse température.

3.2.5 Génération de seconde harmonique

- Le module de génération de seconde harmonique devra être **intégré au laser**, de sorte que l'ensemble forme un système aligné et prêt à l'emploi.
- La séparation de la longueur d'onde fondamentale résiduelle devra être assurée par un séparateur harmonique, avec évacuation sécuritaire du faisceau résiduel.
- Le soumissionnaire devra fournir l'énergie par impulsion spécifiée à la longueur d'onde d'excitation (et non uniquement à la fondamentale), garantie à la température d'opération.

3.2.6 Fourniture de l'équipement

La soumission devra comprendre un système complet, entièrement assemblé, configuré et prêt à l'utilisation dès la livraison. La fourniture devra comprendre au minimum :

- un (1) laser pulsé déclenché répondant aux exigences du présent cahier des charges, incluant la tête laser, le contrôleur et l'alimentation ;
- le module de génération de seconde harmonique intégré ;
- le dispositif (boîtier thermiquement isolé, refroidissement adapté ou équivalent) permettant l'opération à basse température selon la section 4 ;
- l'ensemble des câbles, connecteurs et interfaces nécessaires au déclenchement externe et à la synchronisation avec le spectromètre Joliot (Lot 5) ;

- un ensemble de pièces, câbles, adaptateurs et outils recommandés par le fabricant pour l'entretien courant et la mise en service immédiate de l'équipement.

3.2.7 Sécurité laser

- L'équipement devra être conforme à la classe laser applicable (produit laser de classe 4) et porter l'étiquetage de sécurité correspondant.
- Le soumissionnaire devra fournir toute documentation de sécurité et, le cas échéant, les dispositifs de sécurité (obturateur, interverrouillage, indicateurs) associés au système.

3.2.8 Exigences relatives aux services

Le système devra fonctionner avec l'alimentation disponible dans les laboratoires :

- 110 V AC ± 10 %, 60 Hz ;
- compatible avec une prise de type NEMA 5-15.

3.2.9 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 assurer :

- la livraison de l'équipement;
- la fourniture des logiciels et de toutes les licences requises;
- la remise des manuels d'utilisation et d'entretien;
- une garantie minimale d'un (1) an couvrant les pièces, la main-d'œuvre et l'assistance technique.
- un engagement de support et de service technique d'une durée de cinq (5) ans.

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 60 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 démarrage, d'alignement et de calibration recommandées par le fabricant, incluant les procédures particulières applicables à l'opération à basse température ;
- les certificats de performance applicables, incluant les spécifications mesurées à la longueur d'onde d'excitation.

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.