



**Projet :
CPER Phot'Breizh site de Rennes Phase 4**

**Acquisition d'un ensemble d'équipements pour
l'Inst.FOTON, l'IETR et l'ISCR**

Cahier des Clauses Techniques Particulières

VERSION en date du 07/05/2026

Affaire N°2026022AOF

Table des matières

Contexte et de l'opération.....	4
1 - Lot 1 : Positionneur d'antennes.....	4
1.1 - Contexte de l'opération.....	4
1.2 - Contexte et objectifs scientifiques.....	4
1.3 - Equipement.....	5
1.4 - Service après-vente, maintenance et calibrage.....	6
1.5 - Transport et emballage.....	6
1.6 - Livraison.....	6
1.7 - Synthèse des offres.....	6
1.8 - Contact.....	6
2 - Lot 2 : Laser continu à 1.54µm avec étage d'amplification.....	7
2.1 - Contexte de l'opération.....	7
2.2 - Description de l'équipement.....	7
2.3 - Caractéristiques attendues.....	7
2.4 - Transport et emballage.....	8
2.5 - Livraison.....	8
2.6 - Conditions d'utilisation et de garantie.....	9
2.7 - Critères de choix.....	9
2.8 - Contact.....	9
3 - Lot 3 : Enceinte de dépôt pour contacts métalliques.....	9
3.1 - Contexte d'utilisation.....	9
3.2 - Description de l'équipement.....	9
3.3 - Caractéristiques attendues.....	9
3.4 - Forme et contenu du prix.....	10
3.5 - Condition d'exécution et délai d'exécution.....	11
3.6 - Transport et emballage.....	11
3.7 - Lieu de livraison.....	11
3.8 - Constatation de l'exécution des prestations.....	11
3.9 - Garantie.....	12
3.10 - Formation à l'utilisation sur site.....	12
3.11 - Maintenance et réparation.....	12
3.12 - Critères de choix.....	13
3.13 - Contact.....	13

4 -	Lot 4 : Appareil de traitement plasma d'oxygène pour nettoyage et activation de surf de mat.....	13
4.1 -	Contexte d'utilisation.....	13
4.2 -	Description de l'équipement.....	14
4.3 -	Caractéristiques attendues.....	14
4.4 -	Installation et mise en marche.....	15
4.5 -	Forme et contenu du prix.....	16
4.6 -	Condition d'exécution et délai d'exécution.....	16
4.7 -	Transport et emballage.....	16
4.8 -	Lieu de livraison.....	16
4.9 -	Constatation de l'exécution des prestations.....	16
4.10 -	Garantie, maintenance et réparation.....	17
4.11 -	Critères de choix.....	17
4.12 -	Contacts.....	18

Contexte et de l'opération

Le projet «**PhotBREIZH - Phase 4 – Rennes** » est constitué de 2 sous-projets où interviennent différents laboratoires du site rennais de l'Université de Rennes :

- le sous-projet *NANTOP300*, impliquant l'Institut Foton et l'Institut d'Electronique et de Télécommunications de Rennes.
- le sous-projet *SYMIV*, impliquant l'Institut des Sciences Chimiques de Rennes.

L'opération est divisée en quatre lots, répartis comme suit :

Les achats envisagés pour le sous-projet *NANTOP300* correspondent à un positionneur mécanique pour caractériser le rayonnement de ces antennes en chambre anéchoïde (**lot 1**), une source laser fortement cohérente, faible bruit, pour illuminer des antennes, cette source devant pouvoir être éventuellement amplifiée en fonction des besoins (**lot 2**).

Le sous-projet *SYMIV* vise à acquérir des équipements pour l'élaboration de couches minces, et plus particulièrement une enceinte de « sputtering » pour le dépôt d'électrodes métalliques en couches minces (**lot 3**), ainsi qu'un nettoyeur ultrason pour la préparation de substrats (**lot 4**).

1 - Lot 1 : Positionneur d'antennes

1.1 - Contexte de l'opération

Dans le cadre du renforcement des moyens expérimentaux du département Antennes & Dispositifs Hyperfréquences (ADH) de l'IETR (Université de Rennes), il est prévu l'acquisition d'un positionneur de mesures de diagrammes de rayonnement.

Cet équipement vient compléter la chaîne de mesure existante (analyseur de réseau vectoriel, chambre anéchoïque, système d'acquisition, antennes de référence, etc.) et permettra de réaliser des mesures automatisées et reproductibles sur des antennes de recherche 5G/6G, radar, métamatériaux et dispositifs RIS.

1.2 - Contexte et objectifs scientifiques

Les travaux portent sur la conception et la caractérisation d'antennes reconfigurables, réseaux à balayage de faisceau et systèmes à haute directivité dans les bandes sub-6 GHz à mm-ondes.

L'objectif est de disposer d'un système complet de mesure de rayonnement offrant :

- balayage angulaire motorisé précis (azimut, élévation, polarisation) ;
- acquisition amplitude/phase en temps réel ;
- compatibilité directe avec les VNA Keysight ou Rohde & Schwarz ;
- mesures de gain, directivité et efficacité ;
- exportation et post-traitement 2D/3D sous logiciel ANT32 ou MATLAB.

Ces mesures contribueront à la validation expérimentale des prototypes développés dans les projets ANR, PEPR et coopérations industrielles.

1.3 - Equipement

Le système proposé devra comprendre l'ensemble des éléments matériels et logiciels nécessaires à la mise en œuvre immédiate des mesures de rayonnement d'antennes, avec les caractéristiques minimales suivantes :

a) Partie mécanique :

Système de positionnement à deux axes motorisés pour l'antenne sous test (azimut et polarisation) et un axe motorisé pour l'antenne d'émission ;

- Précision de positionnement :
- Azimut : $\leq 0,01^\circ$
- Polarisation / élévation : $\leq 0,03^\circ$
- Plage de rotation : supérieure à 360° sur chaque axe ;

Charge maximale supportée :

- Axe principal (azimut) ≥ 100 kg
- Axe secondaire (polarisation/élévation) ≥ 10 kg
- Socle stable avec pieds réglables, mâts support adaptés aux antennes d'émission et de réception ;
- Fourniture d'un lot complet de câbles moteurs et d'interconnexion ;
- Intégration possible de joints tournants RF couvrant la gamme DC–18 GHz ou supérieure, pour assurer la continuité du signal pendant la rotation ;
- Compatibilité avec les environnements anéchoïques (structure non perturbatrice, matériaux adaptés).

b) Contrôle et pilotage :

- Contrôleur multiaxes (minimum 3 axes) avec interface Ethernet et gestion des acquisitions à la volée ;
- Pilotage simultané des axes et synchronisation avec les instruments de mesure RF ;
- Capteurs de position intégrés et calibrés ;
- Possibilité de définir des séquences automatisées de balayage angulaire.

c) Logiciel d'acquisition et d'analyse :

- Application fonctionnant sous Windows 10/11, compatible Direct-X 9.0C ou équivalent ;
- Acquisition amplitude et phase en fonction de la position des axes, en mode calibré ou brut ;
- Mesures multifréquences à la volée, selon les capacités du VNA associé ;
- Affichage temps réel durant la mesure (amplitude, phase, polarisation, gain, etc.) ;
- Mesures de gain, directivité et efficacité avec possibilité d'importer les courbes de référence (NRL ou équivalentes) ;
- Exportation des données aux formats standards (ASCII, CSV, SQLite, Touchstone, Excel multi-feuilles, etc.) ;
- Module de séquençage automatisé pour campagnes de mesures répétitives ;
- Visualisation 2D et 3D des diagrammes de rayonnement avec normalisation, repérage, et affichage multi-fréquences ;
- API ouverte ou SDK pour intégration à des environnements MATLAB, Python ou LabVIEW.

1.4 - Service après-vente, maintenance et calibrage

- Garantie minimale : 12 mois pièces, main-d'œuvre et déplacement à date de la réception ;
- Assistance technique et support logiciel inclus pendant la période de garantie (téléassistance, courriel, mises à jour correctives) ;
- Option de contrat de maintenance préventive avec calibrage périodique des axes et vérification des capteurs ;
- Disponibilité des pièces de rechange : au moins 5 ans après livraison ;
- Fourniture d'un rapport de calibrage initial certifiant les précisions mécaniques et angulaires.

1.5 - Transport et emballage

Les frais de transports et d'emballage seront inclus dans l'offre.

Conformément à l'article 20.3 du CCAG/FCS, les risques afférents au transport jusqu'au lieu de destination incombent au titulaire.

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 spécifiée ci-après.

Le conditionnement, le chargement, l'arrimage, le déchargement et le déballage seront effectués sous sa responsabilité.

1.6 - Livraison

Sauf mention explicite, l'adresse de livraison des équipements est la suivante : IETR, Université de Rennes, Campus Beaulieu, bât. 11D, 263 av. du Général Leclerc, 35042 Rennes

Sauf exception, le délai de livraison du matériel n'excédera pas 12 semaines. À réception du matériel sur site, la réception définitive sera prononcée dans un délai de 4 semaines à compter de la date de réception. Ce délai sera mis à profit pour effectuer la recette de l'équipement et la validation de la livraison. Si les essais révèlent que tout ou partie de la fourniture ne correspond pas aux spécifications techniques ou n'est pas d'un fonctionnement satisfaisant, la réception sera ajournée, et le titulaire devra notifier une seconde mise en ordre de marche. Les matériels reconnus défectueux ou non conformes à la commande devront être repris par le titulaire, aux frais de celui-ci. Le titulaire à la charge complète de remplacer également les matériels en cause, à ses frais, dans un délai maximum de 15 jours à partir de la date de notification du rejet.

1.7 - Synthèse des offres

Une synthèse des offres sera rédigée prenant en compte les caractéristiques techniques de l'équipement, son évolutivité, le SAV, ainsi que la proposition financière.

Sauf mention explicite spécifiques à chaque lot, la règle de notation sera basée sur les ratios :

- Valeur technique du matériel : 50%
- Coût : 40%
- Qualité SAV : 5%
- Délai de livraison : 5%

2 - Lot 2 : Laser continu à 1.54µm avec étage d'amplification

2.1 - Contexte de l'opération

Le projet NANTOP a deux grands objectifs : d'une part la réalisation et l'étude d'antennes actives transparentes à commande optique pour les liaisons opto-hyperfréquences et THz ; d'autre part, le développement et le test optique de nano-antennes dans le domaine des THz. Ces deux lignes de recherche seront alimentées par des moyens partagés de l'Institut FOTON et de l'IETR, à savoir des sources lasers, lasers à fibres accordables et lasers bi-fréquences, ainsi que des moyens de fabrication et caractérisation d'antennes.

2.2 - Description de l'équipement

Les signaux émis par des photodiodes internes aux antennes qui convertissent la modulation de l'enveloppe optique en ondes hyperfréquences ou THz, celles-ci doivent être illuminées par des sources cohérentes continues, c'est-à-dire des lasers de grande pureté spectrale. Pour limiter le bruit dû à une conversion phase/amplitude, les lasers doivent présenter un bruit de phase le plus bas possible. Nous souhaitons donc acquérir un laser très bas bruit de phase. Il doit de plus être accordable continûment. La longueur d'onde doit en effet pouvoir être ajustée à 1,54214 µm pour être compatible avec la longueur d'onde porteuse du signal Refimeve pour une stabilisation long-terme. Afin de pouvoir rétroagir sur le laser pour le verrouiller sur une référence externe, la fréquence doit pouvoir être contrôlée électriquement (effet VCO optique).

2.3 - Caractéristiques attendues

Tous les critères de base devront être respectés.

Les candidats ont la possibilité de proposer en offre variante alternative, sous forme de matériel d'exposition reconditionné et ayant moins de 18 mois.

Base Laser continu faible bruit de phase à 1.54µm	
Laser continu mono fréquence	
Sortie du laser fibrée	Fibre à maintien de polarisation
Connecteur	FC/APC
Puissance de sortie	> 20mW
Longueur d'onde du Laser	1542,14 nm
Largeur de raie du Laser (instantanée)	< 100Hz
Bruit d'intensité (RIN) @ 10 MHz	<-135 dBc/Hz
Accordabilité en longueur d'onde (continue)	> 20 GHz
Profondeur de modulation fréquentielle (fréquence optique)	> 500 MHz
Bande passante de la modulation fréquentielle	> 20 kHz
Logiciel de contrôle et de lecture	Paramètres du Laser sur un PC, tels que longueur d'onde et puissance de sortie.
Package	OEM
Garantie	2 ans
PSE	

PSE 1 Extension de garantie	1 an au-delà de la durée initiale
-----------------------------	-----------------------------------

Amplificateur optique	
Amplificateur Optique à fibre dopée	
Type de fibre	Fibre à maintien de polarisation
Connecteur	FC/APC
Puissance de sortie	30dBm
Gamme de longueur d'onde	1540-1565nm
Puissance d'entrée	>1mW
Taux d'extinction en polarisation	>20dB
Régulation de courant	Mode ACC
Régulation de puissance	Mode APC
Isolation en entrée et en sortie	>30dB
Package	OEM
Garantie	2 ans
PSE	
PSE1 Extension de garantie d'un (1) an au-delà de la durée initiale	

2.4 - Transport et emballage

Les frais de transports et d'emballage seront inclus dans l'offre.

Conformément à l'article 20.3 du CCAG/FCS, les risques afférents au transport jusqu'au lieu de destination incombent au titulaire.

Les fournitures seront livrées a destination franco de port. Le transport s'effectuera sous la responsabilité du titulaire du marché jusqu'au lieu de livraison spécifiée ci-après.

Le conditionnement, le chargement, l'arrimage, le déchargement et le déballage seront effectués sous sa responsabilité.

2.5 - Livraison

Le matériel sera livré à l'Université de Rennes, Institut FOTON-équipe DOP, Campus Beaulieu, 263 avenue du général Leclerc, bât. 11B, 35000 RENNES – France.

Le délai de livraison devra être précisé et ne devra pas excéder 12 semaines après la notification d'attribution du lot auprès du candidat. A réception du matériel sur site, la réception définitive sera prononcée dans un délai de 4 semaines à compter de la date de réception. Ce délai sera mis à profit pour effectuer la recette de l'équipement et la validation de la conformité des spécifications techniques de l'équipement. Si les essais révèlent que tout ou partie de la fourniture ne correspond pas aux spécifications techniques ou n'est pas d'un fonctionnement satisfaisant, la réception sera ajournée, et le titulaire devra notifier une seconde mise en ordre de marche. Les matériels reconnus défectueux ou non conformes à la commande devront être repris par le titulaire, aux frais de celui-ci. Le titulaire à la charge complète de remplacer également les matériels en cause, à ses frais, dans un délai maximum de 15 jours à partir de la date de notification du rejet.

2.6 - Conditions d'utilisation et de garantie

Une garantie de 2 ans pièces et main-d'œuvre est demandée. Les candidats préciseront leurs engagements concernant la disponibilité des pièces détachées du système concerné (durée, délais de livraisons ...).

2.7 - Critères de choix

Une synthèse des offres sera rédigée prenant en compte les caractéristiques techniques de l'équipement, le SAV, ainsi que la proposition financière.

La règle de notation sera basée sur les ratios :

50% pour les caractéristiques techniques des équipements objets de cet appel d'offres

40% pour la partie financière (base et variantes supplémentaires étudiées à périmètre égal)

5 % délais de livraison

5 % SAV

3 - Lot 3 : Enceinte de dépôt pour contacts métalliques

3.1 - Contexte d'utilisation

Une partie des activités de l'équipe Verres et Céramiques de l'ISCR concerne l'étude de matériaux pour l'énergie ainsi que l'élaboration de composants, à base de chalcogénures, tels que des dispositifs photovoltaïques en couches minces. La nécessité de la réalisation des bons contacts métalliques, en or et/ou en argent par exemple s'avère cruciale pour l'obtention de très bons composants. Ces matériaux métalliques à très haute pureté sont coûteux et ne peuvent être associés à d'autres matériaux puisque l'environnement pour la réalisation de dépôts métalliques doit être la moins polluée d'où la nécessité d'acquérir un évaporateur spécifique.

3.2 - Description de l'équipement

L'objectif est que l'équipement soit composé des divers éléments cités ci-dessous :

- D'une enceinte de dépôt ;
- D'un groupe de pompage ;
- De sources d'évaporation pour effectuer les-dépôts métalliques ;
- De microbalances à quartz pour contrôler l'épaisseur et la vitesse de dépôt;
- D'une baie de commande avec informatique de pilotage ;

3.3 - Caractéristiques attendues

a) Enceinte de dépôt

L'enceinte de dépôt sera composée :

- d'une partie inférieure pour équiper les sources d'évaporation et les caches ainsi que les microbalances à quartz
- d'une partie supérieure équipée du porte substrat chauffant
- de passages avec brides pour le pompage et emplacements pour les jauges
- d'emplacements spécifiques pour le ou les sas
- de hublots
- de tôles de protection

L'enceinte de dépôt pourra être thermostatée pour limiter l'adsorption de l'humidité ambiante lors de

l'ouverture de l'enceinte

Par ailleurs, le candidat est en mesure de proposer des matériels d'occasion pour l'enceinte de dépôt, sous réserve de conformité technique.

b) Equipement de l'enceinte :

- L'enceinte devra pouvoir être équipée en base d'au moins 2 sources d'évaporation avec microbalances à quartz.
- La distance creuset substrat devra permettre un traitement uniforme sur un substrat d'au moins 3 pouces de diamètre.
- Le porte substrat sera tournant.

c) Groupe de pompage de l'enceinte

Le groupe de pompage devra être :

- à commande automatique et adapté pour le dépôt avec un vide limite $< 10^{-6}$ mbar
- équipé d'un système de pompage avec des systèmes de mesure du vide adaptés

d) Sources d'évaporation :

Les sources d'évaporation seront composées :

- i) d'au moins 2 sources d'évaporation par effet Joule incluant le(s) système(s) d'alimentation électrique
- ii) les sources seront équipées de caches

Les matériaux à déposer seront exclusivement des métaux (Al, Au, Cr, etc.). Les points de fusion des matériaux seront compris entre 200°C et 2000°C. Les substrats standards sont des borosilicates de diamètre 25mm. La réalisation de contacts métalliques sera effectuée à travers des masques spécifiques.

e) Système d'effluvage (glow discharge) en option :

Le système de dépôt pourra être associé à un système d'effluvage pour améliorer l'adhérence des dépôts métalliques sur les surfaces à traiter.

3.4 - Forme et contenu du prix

Le prix du marché est forfaitaire.

L'offre devra être exprimée en Euros.

Les prix détaillés HT des matériels, de leurs accessoires, et de la formation du personnel utilisateur, objet du présent marché, figurent à l'annexe à l'acte d'engagement. Au prix HT s'appliquera la taxe sur la valeur ajoutée (TVA) selon le taux en vigueur au jour de la facturation. Les prix sont réputés comprendre toutes les charges fiscales, parafiscales ou autres frappant obligatoirement la prestation, ainsi que tous les frais afférents au conditionnement, à l'emballage, à la manutention, à l'assurance, au stockage, au transport jusqu'au lieu de livraison et à l'installation et doivent inclure tous les frais induits par les frais de douane, la livraison, la mise en service, le contrôle du bon fonctionnement. Si la nature des matériels commandés peut justifier une admission en franchise des droits de douane, l'ordre de dédouanement ne sera pas donné avant notification de la Direction Générale des Douanes et Droits Indirects.

Le paiement sera effectué en Euros.

3.5 - Condition d'exécution et délai d'exécution

Le présent marché prend effet à compter de sa date de notification.

Les délais de livraison, d'installation, de mise en service et de formation du personnel utilisateur doivent figurer clairement sur l'offre et doivent être détaillés. Ce délai court à compter de la date de notification du marché.

Le délai estimatif maximal pour l'ensemble de ces équipements est fixé à : 6 mois à compter de la date de notification.

Si le délai de livraison indiqué par le titulaire dans son offre est dépassé, y compris en cas de rupture de stocks, celui-ci encourt les pénalités prévues à l'article 14.1.1 du CCAG/FCS. Si la nature du matériel commandé peut justifier une admission en franchise de droits de douane, l'ordre de dédouanement ne sera pas donné avant notification de la Direction Générale des Douanes et Droits Indirects. Les délais de notification de la Direction Générale des Douanes et Droits Indirects sont inclus dans les délais de livraison, ils ne seront prolongés que si le titulaire du marché apporte par écrit la preuve qu'il a fait toutes les démarches auprès de la Direction Générale des Douanes et Droits Indirects pour obtenir des délais reconnus comme convenus et que les retards ne lui sont pas imputables.

3.6 - Transport et emballage

Les frais de transports et d'emballage seront inclus dans l'offre.

Conformément à l'article 20.3 du CCAG/FCS, les risques afférents au transport jusqu'au lieu de destination incombent au titulaire.

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 spécifiée ci-après.

Le conditionnement, le chargement, l'arrimage, le déchargement et le déballage seront effectués sous sa responsabilité.

3.7 - Lieu de livraison

Equipe verres et céramiques (V&C), Institut des sciences chimiques de Rennes, Université de Rennes, Campus de Beaulieu, Bâtiment 10B, 2ème étage, 350420 – RENNES

L'installation et la mise en ordre de marche sont effectuées par le titulaire, sous sa responsabilité et sans supplément de frais dans le délai qu'il aura mentionné dans son offre, et qui débute à compter de la date de livraison. Ces opérations seront effectuées en présence du représentant technique de l'équipe V&C.

3.8 - Constatation de l'exécution des prestations

A l'issue de l'installation, les opérations de vérification d'aptitude et de service régulier sont effectuées le représentant technique de V&C dans les conditions définies ci-après : Les opérations consisteront en la vérification de la conformité de la livraison, du bon fonctionnement du matériel livré conformément aux prescriptions techniques générales décrites dans la section « Caractéristiques techniques attendues » du présent CCP et de la fourniture des documents décrits dans la section « Documentation technique – Formation » du présent document. Si la livraison répond aux spécifications techniques et si les essais sont satisfaisants, la réception provisoire du matériel sera prononcée immédiatement. Un Procès-verbal (P.V) sera alors établi par le représentant technique de Verres & Céramiques et sera notifié au titulaire.

La réception définitive aura lieu dans un délai de 8 semaines après la réception provisoire. Un Procès-verbal sera alors établi par le représentant technique de V&C et sera notifié au titulaire.

Si les essais révèlent que tout ou partie de la fourniture ne correspond pas aux spécifications techniques ou n'est pas d'un fonctionnement satisfaisant, la réception sera ajournée, et le titulaire devra notifier une seconde mise en ordre de marche. Les matériels reconnus défectueux ou non conformes à la commande devront être repris par le titulaire, aux frais de celui-ci. Le titulaire à la charge complète de remplacer également les matériels en cause, à ses frais, dans un délai maximum de quinze (15) jours à partir de la date de notification du rejet.

3.9 - Garantie

Les offres préciseront les conditions de garantie. Celle-ci devra être au minimum de deux ans à partir de la date indiquée au PV de validation de mise en service.

Le titulaire doit proposer une assistance téléphonique gratuite sur toute la durée de vie de l'appareil.

3.10 - Formation à l'utilisation sur site

Une formation initiale sur site sera dispensée.

Le candidat détaillera le contenu de cette formation initiale et sa durée. Le calendrier de la formation sera défini en accord entre l'acheteur et le titulaire du marché. La formation approfondie devra se faire au laboratoire ou en usine, sur l'appareil acquis et devra être ouverte au minimum à six personnes de l'unité. Une formation complémentaire pourra être effectuée si nécessaire à la demande du laboratoire.

3.11 - Maintenance et réparation

La maintenance est assurée par le titulaire durant la période de garantie de base. Ces prestations sont comprises dans l'offre de base et les procédures d'intervention définies dans cette offre devront être respectées. A l'issue de la période de garantie de base, la maintenance pourra être assurée par le titulaire ou un représentant habilité, à la demande de l'équipe V&C.

Le titulaire précisera dans son offre :

- les types de contrat de maintenance et leurs coûts annuels,
- les possibilités de remplacement de l'appareil en cas de dysfonctionnement.
- le coût horaire
- le coût du déplacement
- les moyens humains assurant le SAV en France et plus particulièrement dans la région Bretagne.

Options en matière d'extension de garantie :

Le candidat précisera le montant d'une extension de garantie à +1 et +2 années.

PSE

PSE 1

Extension de garantie d'un an au-delà de la durée initiale.

PSE 2

Extension de garantie de deux ans au-delà de la durée initiale.

Option sur le Contrat de Maintenance :

- La durée de base du contrat est de 3 ans
- Le candidat précisera les différents contrats de maintenance possibles incluant :
 - La durée du contrat ;
 - La visite annuelle préventive et/ou de maintenance (intégrant les frais de déplacement) ;
 - La possibilité d'interventions sur site sans limitation de temps, ni de nombre.

Les candidats seront libres de proposer les options supplémentaires qu'ils jugeraient nécessaires à l'exploitation totale des possibilités offertes par les matériels proposés.

Les candidats ont par ailleurs toute liberté de proposer des prestations ou des modules complémentaires libres qui devront être spécifiés dans les mêmes documents. Ceux-ci ne seront pas intégrés dans l'analyse à périmètre égal des offres techniques et financières des candidats. En revanche, s'il apparaît que des prestations complémentaires proposées librement par le soumissionnaire déclaré attributaire du marché sont en rapport direct avec l'objet du marché et le cahier des charges, le pouvoir adjudicateur pourra décider de les retenir lors de la signature du marché.

3.12 - Critères de choix

Le choix de l'équipement se fera selon la répartition suivante :

Valeur technique du matériel : 50 %

Coût 40 %

Qualité SAV 5 %

Délai de livraison 5 %

4 - Lot 4 : Appareil de traitement plasma d'oxygène pour nettoyage et activation de surfaces de matériaux

4.1 - Contexte d'utilisation

Une grande partie des activités de l'Équipe Verres et Céramiques concerne l'étude des propriétés des verres, vitrocéramiques et céramiques, sous forme massives ou en couches minces. Ces matériaux massifs et les films minces nécessitent un contrôle rigoureux de la surface et de l'environnement. Les films minces sont particulièrement sensibles aux contaminations et à l'humidité atmosphérique, ce qui peut affecter leur adhésion et leurs performances optiques et électriques. Le traitement plasma permet de nettoyer et d'activer les surfaces de manière contrôlée, d'éliminer les contaminants sans résidus et d'optimiser les propriétés de surface de façon reproductible, tout en réduisant le temps de préparation par rapport aux méthodes chimiques classiques. L'acquisition d'une unité de traitement plasma de paillasse renforcera les capacités expérimentales du laboratoire, facilitant le développement de matériaux et films minces fonctionnels et l'étude des interactions surfaces/milieu ambiant. Elle contribuera ainsi à améliorer la qualité, la fiabilité et la reproductibilité des résultats expérimentaux.

4.2 - Description de l'équipement

L'équipement est un appareil de traitement par plasma d'Oxygène - et/ou dans la mesure du possible d'Argon - destiné aux opérations de nettoyage, d'activation et de modification de surface sur différents matériaux solides, tels que verres, polymères, métaux ou couches minces, dans le cadre des activités de recherche menées à l'Université de Rennes. L'appareil sera fourni avec l'ensemble

des accessoires nécessaires pour traiter différents types de matériaux. Il devra permettre une amélioration de la mouillabilité de surface, facilitant le dépôt ultérieur de couches minces ou l'adhésion de polymères et colles, un nettoyage ultra-propre, sans recours à des solvants ou produits chimiques, un renforcement de l'adhérence des revêtements ou couches fonctionnelles.

Les traitements plasma devront s'effectuer en quelques minutes et doivent être adaptés aux exigences d'un laboratoire universitaire, avec une alimentation en gaz à débit massique contrôlé avec précision, une interface utilisateur à écran tactile et automate intégré, un générateur de plasma 40 kHz robuste et fiable à puissance réglable. L'appareil devra permettre de traiter des échantillons de tailles pouvant atteindre 120 mm de diamètre et 5 cm de hauteur.

4.3 - Caractéristiques attendues

L'appareil proposé devra répondre **au minimum** aux spécifications suivantes :

Élément	Description / Spécifications minimales
1. Type d'équipement	Système de traitement plasma de paillasse pour le nettoyage et l'activation de surface sous atmosphère d'oxygène ou d'autres gaz neutres.
2. Dimensions de l'unité	Environ 500 mm (L) × 250 mm (H) × 500 mm (P)
3. Canaux de gaz	Au moins 1 canal équipé d'un contrôleur de débit massique numérique (MFC). Résolution : 0,1 % de l'échelle pleine. Répétabilité : $\pm 0,3$ % de la mesure. Taux de fuite : $< 0,1$ % de l'échelle pleine. Prévu pour réaliser un plasma d'oxygène Option gaz supplémentaire : cf. 15
4. Connexions de service	Alimentation électrique 230–240 V / 13 A. Entrée gaz : tube $\varnothing$ 6 mm.
5. Chambre de traitement	Chambre à vide cylindrique en acier inoxydable avec porte articulée. Dimensions internes : environ $\varnothing$ 150 mm × environ 250 mm (L)
6. Électrode alimentée	En aluminium et acier inoxydable.
7. Support d'échantillons	Plateau amovible de type tablette, permettant un chargement et un déchargement aisés.
8. Interface de commande et automatisation	Écran tactile couleur $\geq 5"$, avec stockage de paramètres et automate intégré permettant la gestion complète et automatique des cycles de traitement (pompage, plasma, ventilation). Aucun pilotage manuel ne doit être requis. L'automate doit garantir la reproductibilité et la sécurité des traitements.
9. Générateur de plasma	Fréquence : 40 kHz ; puissance réglable de 0 à 200 W
10. Capteur de pres-	Capteur Pirani ou équivalent

sion

11. Sécurité et interverrouillages

Interface sécurisée avec cycles interverrouillés de pompage, traitement et ventilation, empêchant toute erreur de manipulation.

12. Pompe à vide

Pompe sans huile, compatible avec l'utilisation d'oxygène, livrée avec

- Soufflet flexible en acier inoxydable (1,5 m) ;
- Raccords et colliers nécessaires à l'installation ;
- Filtre d'échappement.

La pompe doit garantir un fonctionnement propre, sans contamination par hydrocarbures.

13. Kit de mise à l'air lente (slow ventilation inlet)

Dispositif de ventilation progressive de la chambre à la pression atmosphérique, permettant de minimiser les perturbations sur les pièces légères lors du retour à pression ambiante.

Le système doit être intégré ou livré prêt à l'installation.

14. Conformité

Appareil conforme aux directives CE et aux normes de sécurité en vigueur.

4.4 - Installation et mise en marche

Toutes les fonctionnalités de l'équipement précédemment décrites devront être en place dès la réception.

Le titulaire fournira une documentation donnant la composition et les caractéristiques du matériel ainsi que ses procédures courantes d'utilisation et d'entretien. Ces manuels expliqueront clairement toutes les manœuvres de mise en route, d'utilisation, d'arrêt, ainsi que les interdictions (ou manœuvres à ne pas effectuer), les opérations de contrôle de bon fonctionnement et la maintenance primaire (nettoyage, entretien et dépannage). La documentation prévue doit être fournie au plus tard au moment de la mise en service et doit comporter au moins une version complète imprimée sur papier et reliée.

Le matériel devra présenter une plaque d'immatriculation portant le nom du fabricant, le type de l'appareil et son numéro de fabrication.

Le titulaire assurera l'installation et la mise en route du matériel. Le titulaire s'assurera, avant l'installation, que toutes les conditions requises pour le bon fonctionnement du système sont en place dans le local d'installation. L'équipement fera l'objet d'une vérification d'aptitude lors de son installation.

Une formation technique (détaillée en temps et en nombre de personnes dans l'offre) à l'utilisation des équipements devra être réalisée auprès du référent technique de l'équipe Verres et Céramiques lors de l'installation. Elle devra entre autres permettre au personnel d'assurer la conduite et l'entretien du matériel de manière autonome.

4.5 - Forme et contenu du prix

Le prix du marché est forfaitaire. L'offre devra être exprimée en Euros.

Les prix détaillés HT des matériels, de leurs accessoires, et de la formation du personnel utilisateur, objet du présent marché, figurent à l'annexe à l'acte d'engagement. Les prix sont réputés comprendre toutes les charges fiscales, parafiscales ou autres frappant obligatoirement la prestation, ainsi que tous les frais afférents au conditionnement, à l'emballage, à la manutention, à l'assurance, au stockage, au transport jusqu'au lieu de livraison et à l'installation et doivent inclure tous les frais induits par les frais de douane, la livraison, la mise en service, le contrôle du bon fonctionnement. Si la nature des matériels commandés peut justifier une admission en franchise des

droits de douane, l'ordre de dédouanement ne sera pas donné avant notification de la Direction Générale des Douanes et Droits Indirects.

4.6 - Condition d'exécution et délai d'exécution

L'équipement devra être livré et installé dans un délai maximal de 4 mois à compter de la notification de l'attribution du marché.

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 maximal fixé ci-dessus. Les délais de livraison, d'installation, de mise en service et de formation du personnel utilisateur doivent figurer clairement sur l'offre et doivent être détaillés.

A partir du premier jour de retard au-delà de cette date, des pénalités de retard seront décomptées suivant les modalités définies au CCAP.

4.7 - Transport et emballage

Les frais de transports et d'emballage seront inclus dans l'offre.

Conformément à l'article 20.3 du CCAG/FCS, les risques afférents au transport jusqu'au lieu de destination incombent au titulaire.

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 spécifiée ci-après.

Le conditionnement, le chargement, l'arrimage, le déchargement et le déballage seront effectués sous sa responsabilité.

4.8 - Lieu de livraison

Equipe verres et céramiques (V&C), Institut des sciences chimiques de Rennes, Université de Rennes, Campus de Beaulieu, Bâtiment 10B, 2ème étage, 350420 – RENNES

Installation par le titulaire.

L'installation et la mise en ordre de marche sont effectuées par le titulaire, sous sa responsabilité et sans supplément de frais dans le délai qu'il aura mentionné dans son offre, et qui débute à compter de la date de livraison.

Ces opérations seront effectuées en présence du représentant technique de V&C.

4.9 - Constatation de l'exécution des prestations

A l'issue de l'installation, les opérations de vérification d'aptitude et de service régulier sont effectuées le représentant technique de V&C dans les conditions définies ci-après :

Les opérations consisteront en la vérification de la conformité de la livraison, du bon fonctionnement du matériel livré conformément aux Prescriptions Techniques Générales décrites dans la section "Caractéristiques techniques attendues" du présent CCTP et de la fourniture des documents décrits dans la section « 2.4 - Installation et mise en marche » du présent document. Si la livraison répond aux spécifications techniques et si les essais sont satisfaisants, la réception provisoire du matériel sera prononcée immédiatement.

Un Procès-verbal (P.V) sera alors établi par le représentant technique de V&C et sera notifié au titulaire.

La réception définitive aura lieu dans un délai de 8 semaines après la réception provisoire. Un Procès-verbal sera alors établi par le représentant technique de V&C et sera notifié au titulaire.

Si les essais révèlent que tout ou partie de la fourniture ne correspond pas aux spécifications techniques ou n'est pas d'un fonctionnement satisfaisant, la réception sera ajournée, et le titulaire devra notifier une seconde mise en ordre de marche. Les matériels reconnus défectueux ou non

conformes à la commande devront être repris par le titulaire, aux frais de celui-ci. Le titulaire à la charge complète de remplacer également les matériels en cause, à ses frais, dans un délai maximum de quinze (15) jours à partir de la date de notification du rejet.

4.10 - **Garantie, maintenance et réparation**

Les offres préciseront les conditions de garantie proposées par le vendeur.

Garantie de 1 an minimum.

La maintenance est assurée par le titulaire durant la période de garantie de base. Ces prestations sont comprises dans l'offre de base et les procédures d'intervention définies dans cette offre devront être respectées. A l'issue de la période de garantie de base, la maintenance pourra être assurée par le titulaire ou un représentant habilité, à la demande de V&C.

Le titulaire précisera dans son offre :

- les types de contrat de maintenance et leurs coûts annuels,
- les possibilités de remplacement de l'appareil en cas de dysfonctionnement.
- le coût horaire
- le coût du déplacement
- les moyens humains assurant le SAV en France.
- le délai de livraison

Prestations supplémentaires éventuelles (facultatives) à chiffrer séparément :

PSE 1 : Proposer la possibilité d'un plasma d'Argon en supplément – 2^{ème} inlet et 2^{ème} MCF (Ar)

PSE 2 : Proposer la possibilité d'un système permettant un mélange Argon/Oxygène en proportion contrôlable, assurant un mélange homogène et une pression stable

PSE 3 : Extension garantie (pièces et/ou main d'œuvre) d'un an supplémentaire au-delà de la durée initiale.

PSE 4 : Extension garantie (pièces et/ou main d'œuvre) de 2 ans supplémentaire au-delà de la durée initiale.

4.11 - **Critères de choix**

Le choix de l'équipement se fera selon la répartition suivante :

- Valeur technique du matériel : 50 %
- Coût 40 %
- Qualité SAV 5 %
- Délai de livraison 5 %