



**Projet :  
CPER Phot'Breizh Rennes Phase 3**

**Cahier des Clauses Techniques Particulières**

VERSION en date du 06/03/2025

**Affaire N° 2025005AOF**

## Table des matières

1 -	<b>Contexte de l'opération</b> .....	5
2 -	<b>Lot 1 : Spectrophotomètre UV/VIS/NIR équipé d'une sphère d'intégration pour la réflexion diffuse.</b> 6	
2.1 -	Contexte d'utilisation.....	6
2.2 -	Description de l'équipement.....	6
2.3 -	Caractéristiques attendues .....	6
2.4 -	Installation et mise en marche .....	7
2.5 -	Forme et contenu du prix .....	7
2.6 -	Condition d'exécution et délai d'exécution .....	8
2.7 -	Transport et emballage .....	8
2.8 -	Lieu de livraison.....	8
2.9 -	Constataction de l'exécution des prestations .....	8
2.10 -	Garantie, maintenance et réparation.....	9
2.11 -	Critères de choix.....	9
2.12 -	Contacts .....	9
3 -	<b>Lot 2 : Potentiostat</b> .....	10
3.1 -	Contexte d'utilisation.....	10
3.2 -	Description de l'équipement.....	10
3.3 -	Caractéristiques attendues .....	10
3.4 -	Installation - Mise en marche .....	11
3.5 -	Forme et contenu du prix .....	11
3.6 -	Condition d'exécution et délai d'exécution .....	12
3.7 -	Transport et emballage .....	12
3.8 -	Lieu de livraison.....	12
3.9 -	Constataction de l'exécution des prestations .....	12
3.10 -	Garantie.....	12
3.11 -	Maintenance et réparation .....	12
3.12 -	Critères de sélection .....	13
	Contact.....	13
3.13 -	.....	13
4 -	<b>Contexte et conditions communes aux lots 3 et 4</b> (analyseur thermique et thermogravimétrique ATD-ATG et analyseur thermomécanique TMA):.....	14
4.1 -	Contexte d'utilisation.....	14
4.2 -	Garantie, maintenance et réparation.....	14
5 -	<b>Lot 3 : analyseurs thermique et thermogravimétrique ATD-ATG</b> .....	14
5.1 -	Description de l'équipement.....	14
5.2 -	Critères de choix.....	15
5.3 -	Contact.....	15
6 -	<b>Lot 4 : analyseur thermomécanique TMA</b> .....	15
6.1 -	Description de l'équipement.....	15
6.2 -	Critères de choix.....	16

6.3 -	Contact.....	16
7 -	Contexte et conditions communes aux lots 5 , 6 et 7 (système opto-mécanique et opto-électronique, source laser bas-bruit, oscilloscope haute résolution) : .....	17
7.1 -	Contexte d'utilisation.....	17
7.2 -	Transport et emballage .....	17
7.3 -	Livraison et installation du matériel .....	17
8 -	<b>Lot 5 : ensemble opto-mécanique et opto-électronique</b> .....	17
8.1 -	Description de l'équipement.....	17
8.2 -	Caractéristiques attendues .....	18
8.3 -	Conditions d'utilisation et de garantie.....	20
8.4 -	Critères de choix.....	20
8.5 -	Contact : .....	20
9 -	<b>Lot 6 : Laser continu faible bruit de phase à 1.54µm</b> .....	21
9.1 -	Description de l'équipement.....	21
9.2 -	Caractéristiques attendues .....	21
9.3 -	Conditions d'utilisation et de garantie.....	21
9.4 -	Critères de choix.....	22
9.5 -	Contact : .....	22
10 -	<b>Lot 7 : Oscilloscope haute résolution</b> .....	22
10.1 -	Description de l'équipement.....	22
10.2 -	Caractéristiques attendues .....	22
10.3 -	Conditions d'utilisation et de garantie.....	23
10.4 -	Critères de choix.....	23
	Contact : .....	23
10.5 -	.....	23
11 -	<b>Lot 8 : Laser de pompage à 532nm</b> .....	24
11.1 -	Contexte d'utilisation.....	24
11.2 -	Description de l'équipement.....	24
11.3 -	Caractéristiques attendues .....	24
11.4 -	Transport et emballage .....	24
11.5 -	Livraison et installation du matériel .....	25
11.6 -	Critères de choix.....	25
11.7 -	Contact : .....	25
12 -	<b>Lot 9 : oscilloscope pour l'analyse de signaux radio subTHz</b> .....	26
12.1 -	Contexte d'utilisation.....	26
12.2 -	Contexte et objectifs scientifique.....	26
12.3 -	Description de l'équipement.....	26
12.4 -	Conditions.....	27
12.5 -	Livraison et installation du matériel .....	29
12.6 -	Choix des offres.....	29
12.7 -	Contacts : .....	29



## **1 - Contexte de l'opération**

Le projet PhotBREIZH - Phase 3 - Rennes est constitué de 4 sous-projets où interviennent différents laboratoires du site rennais de l'Université de Rennes :

- SYMIV (Institut des Sciences Chimiques de Rennes)
- AGAPE (Institut Foton)
- NANTOP300 (laboratoires intervenants : Institut Foton et IETR)
- THz (laboratoires intervenants : IETR et Institut Foton)

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

Le sous-projet *SYMIV* vise à acquérir un spectrophotomètre avec une sphère intégratrice pour mesurer la transmission et la diffusion des matériaux dans le domaine spectral de l'ultra-violet jusqu'à proche infrarouge (**lot 1**), des potentiostats avec mesure d'impédance pour la caractérisation électrochimique des matériaux (**lot 2**), un analyseur thermique et thermogravimétrique pour caractériser les comportements des matériaux en température et pour mesurer les températures caractéristiques des verres (**lot 3**), un équipement d'analyse thermomécanique (**lot 4**).

Pour le sous-projet *AGAPE*, il est envisagé de réaliser un banc opto-hyper pour caractériser des échantillons PIC (composants intégrés photoniques) au sein des locaux de l'Institut Foton. L'acquisition d'un ensemble opto-mécanique et opto-électronique ainsi que des sources et des instruments test-et-mesure. Cet ensemble est constitué de 3 lots : un ensemble opto-mécanique et opto-électronique (**lot 5**), une source laser infrarouge bas-bruit de phase (**lot 6**), ainsi qu'un oscilloscope haute résolution (**lot 7**).

L'achat envisagé dans le cadre du sous-projet *NANTOP300* consiste en un laser de pompe pour un laser accordable, servant lui-même de pompe pour les milieux actifs des sources bi-fréquences développées au laboratoire (**lot 8**).

Enfin, l'achat envisagé pour le sous-projet *THz* correspond à un oscilloscope pour la visualisation et la mesure de paramètres-clés de performance de signaux rapides radio sub-THz (**lot 9**).

## **2 - Lot 1 : Spectrophotomètre UV/VIS/NIR équipé d'une sphère d'intégration pour la réflexion diffuse.**

### **2.1 - Contexte d'utilisation**

Une grande partie des activités de l'Équipe Verres et Céramiques concerne l'étude des propriétés optiques des verres, vitrocéramiques et céramiques sous forme massives, pulvérulentes ou en couches minces pour des applications comme optiques IR passives ou actives, comme pigments (photocalyse, luminophores) ou encore dans le photovoltaïque. Ces applications nécessitent de pouvoir caractériser efficacement les propriétés d'absorption intrinsèque (ex : bandgap) et extrinsèque (ex : dopants) de ces matériaux polycristallins (objets diffusants non transparents) du domaine de l'UV au proche infrarouge (NIR) afin d'accéder, entre autres, aux valeurs de gaps optiques, de coordonnées colorimétriques, ...

Dans un objectif d'optimisation du parc de spectrophotomètres de l'équipe Verres et Céramiques, l'acquisition de cet équipement répondra à deux besoins actuels de l'équipe :

- Remplacer un spectrophotomètre dédié à la réflexion diffuse (Varian Cary 100 de 2002) limité à des mesures dans les domaines UV et visible (VIS) (190-900 nm) afin de pouvoir atteindre le domaine spectral du proche infrarouge non disponible jusqu'ici.
- Être compatible avec un accessoire essentiel (un module avec 2 détecteurs Silicium et PbS pour mesurer la réflexion spéculaire) du spectrophotomètre UV/VIS/NIR de l'équipement (Perkin-Elmer Lambda 1050, de 2008). La continuité des activités du laboratoire pourra être assurée en utilisant ce module de réflexion spéculaire pour compléter les accessoires du nouveau spectrophotomètre plus performant dans le domaine du proche Infrarouge pour la réflexion diffuse.

### **2.2 - Description de l'équipement**

L'équipement devra comprendre un spectrophotomètre double faisceau permettant des mesures en transmission dans la gamme de 175 – 3300 nm et équipé d'une sphère d'intégration permettant des mesures en réflexion diffuse dans la gamme 200 – 2500 nm sur des échantillons pulvérulents ou solides (massifs, couches minces), ainsi que la détermination des coordonnées colorimétriques de pigments colorés. L'appareil sera fourni avec l'ensemble des accessoires permettant des mesures en réflectance diffuse ou totale sur poudre ou massif ainsi que l'offre logiciels permettant l'acquisition et le traitement des spectres.

### **2.3 - Caractéristiques attendues**

- spectrophotomètre couvrant la gamme allant de l'ultraviolet au proche infrarouge (avec compteur de durée de vie des sources)
- gamme spectrale d'émission du spectrophotomètre :  $\approx 175\text{nm} < \lambda < 3300\text{nm}$
- sources : lampe tungstène halogène + lampe deutérium
- Atténuateurs programmables pour des mesures d'absorbance élevées
- Monochromateur avec réseaux holographiques avec au moins 1440 lignes/mm (UV/Vis) blazé vers 240 nm et au moins 360 lignes/mm (NIR) blazé vers 1100 nm
- Bande passante de 0,05 nm à 5 nm dans l'UV/Vis et de 0,2 nm à 20 nm dans le NIR
- très bonne sensibilité de mesure
- faible niveau de signaux parasites
- détecteurs pour les mesures de transmittance (3 détecteurs : photomultiplicateur PMT, photodiode InGaAs, cellule PbS)

- sphère d'intégration de 100mm équipée de détecteurs UV/VIS (PMT) et IR (InGaAs) permettant les mesures en réflexion diffuse + accessoires de l'UV au proche infrarouge.
- gamme spectrale d'émission de la sphère d'intégration :  $\approx 200\text{nm} < \lambda < 2500\text{nm}$
- angles d'incidence  $0^\circ$  (réflexion diffuse) et  $\sim 8^\circ$  (réflexion totale)
- portes échantillons pour poudres et massifs (films)
- échantillons de référence pour la calibration de l'appareil (ex : Spectralon,  $\text{BaSO}_4$ ) ; Une procédure de calibration est souhaitable pour valider régulièrement les coordonnées colorimétriques (à préciser).
- logiciel d'analyses permet le contrôle de l'instrument, l'acquisition des données et leurs affichages en temps réel ainsi que l'état des instrument et accessoires et de déterminer les coordonnées colorimétriques.
- compatibilité avec le module pour les mesures de réflexion spéculaire URA (Perkin-Elmer) déjà disponible au sein du Laboratoire.
- Garantie de 1 an minimum.
- Transport / installation / mise en route / formation

Prestations supplémentaires éventuelles (Facultatives) à chiffrer séparément :

PSE 1 : Extension garantie (pièces et/ou main d'œuvre) d'un an supplémentaire au-delà de la première année.

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

## 2.4 - 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.

## 2.5 - 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.

## **2.6 - 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.

## **2.7 - Transport et emballage**

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

## **2.8 - Lieu de livraison**

Equipe Verres et Céramiques, Institut des Sciences Chimiques de Rennes, Bat 10B, 2<sup>ème</sup> étage, Université de Rennes, Campus de Beaulieu, 35042 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.

## **2.9 - 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.



## 2.10 - Garantie, maintenance et réparation

Les offres préciseront les conditions de garantie.

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

## 2.11 - Critères de choix

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

- Qualités techniques (des équipements en base et PSE retenues le cas échéant) : 50 %
- Coût 35 %
- Qualité SAV 10 %
- Délai de livraison 5 %

## 2.12 - Contacts

Pour des compléments d'informations relatives au livraison et l'installation, le titulaire contacte :

François Cheviré : +33 2 23 23 62 34, francois.chevire@univ-rennes.fr

Virginie Nazabal : +33 2 23 23 57 48, virginie.nazabal@univ-rennes.fr

Institut des Sciences Chimiques de Rennes, Équipe Verres et Céramiques (V&C), bâtiment 10A  
Campus de Beaulieu

Pour obtenir des compléments d'informations pendant la phase de consultation, les candidats éventuels devront transmettre leurs questions via la plateforme des marchés PLACE.

### **3 - Lot 2 : Potentiostat**

#### **3.1 - Contexte d'utilisation**

Une partie des activités de recherche de l'équipe Verres et Céramiques est dédiée au développement de matériaux pour applications en tant qu'électrolytes solides ou cathode dans des batteries tout solide. Les nouveaux matériaux synthétisés sont intégrés dans des batteries tout solides et leurs performances sont caractérisées par différentes techniques électrochimiques.

#### **3.2 - Description de l'équipement**

L'Équipement devra comprendre un châssis de potentiostat pouvant recevoir 16 voies.

#### **3.3 - Caractéristiques attendues**

Pour le châssis de potentiostat :

- Indicateurs de qualités EIS (electrochemical impedance spectroscopy) pour une meilleure compréhension des expériences.
- Compatibilité des voies avec des boosters de courant jusqu'à 800A.
- Pilotage de plusieurs instruments grâce à un logiciel
- Possibilité de contrôler la tension de cellule directement.
- Possibilité d'enregistrer en simultanée la tension du WE et du CE
- 7 gammes de courant
- Possibilité d'intégrer jusqu'à 16 voies dans le châssis
- EIS intégré en option (10microHz-1MHz)
- Possibilité de mesurer en stack, y compris en EIS
- Capacité d'enregistrer l'énergie échangée pendant les cyclages
- Possibilité de l'appareil de s'intégrer dans le parc déjà existant de potentiostats de l'équipe Verres et Céramiques. Le potentiostat existant est un VSP-3e de la marque Biologic.

Pour les voies du potentiostat (entre 1 et 16), chaque voie devra comporter :

- EIS QI jusqu'à 10 kHz
- Compliance +/- 10 V (ajustable entre - 20 et + 20 V)
- Ajustement automatique du courant de 10  $\mu$ A à 1 A (6 décades)
- Résolution en potentiel jusqu'à 5  $\mu$ V
- Passage du mode potentiostat au mode galvanostat en moins de 10  $\mu$ s
- Impédance d'entrée 10e12 ohms // < 20 pF
- Deux entrées et une sortie analogiques
- Triggers d'entrée et de sortie
- Contrôle d'appareils extérieurs (RDE, électrodes RRDE, ...)
- Compatibilité avec le châssis du potentiostat.

Prestation Supplémentaire Eventuelle (PSE) :

- Spectroscopie d'Impédance Electrochimique (10  $\mu$ Hz à 1 MHz)

Les techniques suivantes devront être disponibles :

- Electrochimie générale :  
Voltammétrie cyclique (multicycles ou mode linéaire et par palier), ChronoAmperométrie, ChronoCoulométrie, ChronoPotentiométrie, Techniques pulsées (DPV, SWV, ...)
- Corrosion :  
Polarisation cyclique, Tafel, Polarization linéaire, ZRA, Corrosion Galvanique, Ecorr vs t, Multi Piqûration.
- Batteries :  
GCPL (GITT), PCGA (PITT), Charge constante, Puissance constante, APGC, multipulsations.
- Impédance :  
Modes potentiostatique et galvanostatique, MottSchottky et variation en fonction du temps.
- Détermination et compensation de Chute Ohmique.

### 3.4 - Installation - Mise en marche

Toutes les fonctionnalités de l'équipement précédemment décrites devront être en place dès la réception. Ce ne sera pas au titulaire d'assurer l'installation et la mise en route du matériel.

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.

### 3.5 - 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. 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.

### **3.6 - Condition d'exécution et délai d'exécution**

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

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

L'équipement devra être livré dans un délai maximal de 6 mois à compter de la notification de l'attribution du marché.

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 des 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.

### **3.7 - Transport et emballage**

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

### **3.8 - Lieu de livraison**

Equipe Verres et Céramiques, Institut des sciences chimiques de Rennes, Bat 10B, 2eme étage, Université de Rennes, Campus de Beaulieu, 35042 Rennes

### **3.9 - 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 le présent CCTP et de la fourniture des documents décrits dans la section « Installation - 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.

### **3.10 - Garantie**

Les offres préciseront les conditions de garantie. Le titulaire doit proposer une assistance téléphonique gratuite sur toute la durée de vie de l'appareil. La durée minimale de garantie est de deux ans.

### **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 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 le délai d'intervention.

### 3.12 - Critères de sélection

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

- Qualité technique du matériel : 50 %
- Coût 40 %
- Qualité SAV 10 %

### 3.13 - Contact

Pour des compléments d'informations relatives à la livraison et à l'installation, le titulaire contacte :  
Louisiane Verger, 02 23 23 33 87, louisiane.verger@univ-rennes.fr

Institut des sciences chimiques de Rennes, Equipe Verres et Céramiques (V&C), Campus de Beaulieu, 35042 Rennes

Pour obtenir des compléments d'informations pendant la phase de consultation, les candidats éventuels devront transmettre leurs questions via la plateforme des marchés PLACE.

#### **4 - Contexte et conditions communes aux lots 3 et 4 (analyseur thermique et thermogravimétrique ATD-ATG et analyseur thermomécanique TMA) :**

##### **4.1 - Contexte d'utilisation**

Dans le cadre du sous-projet SYMIV, impliquant l'Institut des Sciences Chimiques de Rennes, une grande partie des activités de l'Équipe Verres et Céramiques concerne la synthèse et la mise en forme de verres et vitrocéramiques pour des applications dans les domaines de l'optique ou de l'énergie ainsi que les matériaux pour la santé.

La qualité ou pureté des matières premières utilisées pour les synthèses peut être suivie ou évaluée par analyses thermiques comme l'ATD-ATG (Analyse thermique différentielle, et analyse thermique gravimétrique).

De même la stabilité thermique des produits (verres, céramiques et vitrocéramiques) réalisés doit être évaluée par le biais d'analyses thermiques ATD-ATG.

Le comportement de ces matériaux et /ou assemblage en usage doit également être évalué par analyse thermomécanique (TMA)

L'acquisition de nouveaux équipements ATD-ATG et TMA permettra de répondre aux besoins de qualifier les matériaux synthétisés (poudres, massifs, fibres, couches minces).

##### **4.2 - Garantie, maintenance et réparation**

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

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 Verres et Céramiques (V&C).

#### **5 - Lot 3 : analyseurs thermique et thermogravimétrique ATD-ATG**

Les calibrations en température, énergie et pesée devront être aisées et la fourniture de matériaux de référence attendue.

Divers types de creusets (métalliques, céramiques) pour contenir les échantillons ou références devront être disponibles en tant que consommables.

##### **5.1 - Description de l'équipement**

L'équipement ATD-ATG devra mesurer simultanément le flux thermique (ATD-DSC) et la variation de masse (TGA) d'un échantillon de quelques milligrammes dans un intervalle de température compris entre l'ambiante et 1400°C et ce sous atmosphère contrôlée.

Une configuration du four à l'horizontale sera préférée.

Le système permet de comparer le comportement thermique et gravimétrique de l'échantillon et celui d'un matériau de référence.

Le remplacement des porte échantillon et porte référence devra se faire facilement.

Le gaz ou mélange de gaz de balayage au sein de l'équipement ATD-ATG pourra être modifié à façon.

Les calibrations en température, énergie et pesée devront être aisées et la fourniture de matériaux de référence attendue.

Divers types de creusets (métalliques, céramiques) pour contenir les échantillons ou références devront être disponibles en tant que consommables.

L'équipement devra être livré et installé dans un délai de 3 mois à compter de la notification du marché. Une formation technique pourrait être envisagée sur site.

Une garantie de l'équipement de 1 an au minimum est demandée.

Le lieu d'installation sera : UMR 6226 – ISCR, Bât.10A, salle 121, Campus de Beaulieu, 35042 Rennes Cedex.

Prestations supplémentaires éventuelles (Facultatives) à chiffrer séparément :

PSE 1 : Extension garantie (pièces et/ou main d'œuvre) de 3 ans au-delà de la durée initiale.

## 5.2 - Critères de choix

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

- Qualités techniques (des équipements en base et PSE retenues le cas échéant) : 50 %
- Coût 35 %
- Qualité SAV 10 %
- Délai de livraison 5 %

## 5.3 - Contact

Pour des compléments d'informations relatives à la livraison et à l'installation, le titulaire contacte :

Ronan LEBULLENGER, +33 2 23 23 56 72, [ronan.lebullenger@univ-rennes.fr](mailto:ronan.lebullenger@univ-rennes.fr)

UMR CNRS 6226 – ISCR -Institut des Sciences Chimiques de Rennes,

Équipe Verres et Céramiques (V&C), bâtiment 10A, Campus de Beaulieu, 35042 Rennes

Pour obtenir des compléments d'informations pendant la phase de consultation, les candidats éventuels devront transmettre leurs questions via la plateforme des marchés PLACE.

## 6 - Lot 4 : analyseur thermomécanique TMA

### 6.1 - Description de l'équipement

L'équipement TMA devra permettre de mesurer les propriétés thermomécaniques, sur une large gamme de température allant de -150°C à 900°C et ce sous atmosphère contrôlée. Les échantillons pourront se présenter sous forme de massif (mm<sup>3</sup> à cm<sup>3</sup>), de fibre ou de film.

Les caractéristiques à mesurer pourront être, le coefficient d'expansion thermique, le point de ramollissement, la température de retrait, de frittage.

Les divers accessoires adaptés à la mesure de caractéristiques spécifiques des échantillons devront être facilement montable et échangeable (type plug and play)

Les calibrations en température, mesure de dimension, de contraintes devront être aisées et la fourniture de matériaux de référence attendue.

Une configuration du four à la verticale sera préférée.

L'équipement devra être livré et installé dans un délai de 3 mois à compter de la notification du marché. Une formation technique devra être envisagée sur site.

Une garantie de l'équipement de 1 an au minimum est demandée.

Le lieu d'installation sera : UMR 6226 – ISCR, Bât.10A, salle 121, Campus de Beaulieu, 35042 Rennes Cedex

Prestations supplémentaires éventuelles (Facultatives) à chiffrer séparément :

PSE 1 : Extension garantie (pièces et/ou main d'œuvre) de 3 ans au-delà de la durée initiale.

## 6.2 - Critères de choix

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

- Qualités techniques (des équipements en base et PSE retenues le cas échéant) : 50 %
- Coût 35 %
- Qualité SAV 10 %
- Délai de livraison 5 %

## 6.3 - Contact

Pour des compléments d'informations relatives à la livraison et l'installation, le titulaire contacte : Ronan LEBULLENGER, +33 2 23 23 56 72, [ronan.lebullenger@univ-rennes.fr](mailto:ronan.lebullenger@univ-rennes.fr)

UMR CNRS 6226 – ISCR -Institut des Sciences Chimiques de Rennes,

Équipe Verres et Céramiques (V&C), bâtiment 10A, Campus de Beaulieu, 35042 Rennes

Pour obtenir des compléments d'informations pendant la phase de consultation, les candidats éventuels devront transmettre leurs questions via la plateforme des marchés PLACE.



## **7 - Contexte et conditions communes aux lots 5, 6 et 7**

### **(système opto-mécanique et opto-électronique, source laser bas-bruit, oscilloscope haute résolution) :**

#### **7.1 - Contexte d'utilisation**

L'objectif du sous-projet AGAPE est de mettre au point et de valider au laboratoire des sources mono-, bi- ou multi-fréquences, basées sur des composants photoniques intégrés (PIC) pour la génération de signaux hyperfréquence sur porteuse optique. Afin de qualifier les propriétés de ces PICs, il est nécessaire de réunir les instruments de test/mesures électriques, optiques et hyperfréquences, sous forme d'un plateau technique dans les locaux de l'institut Foton. Ce plateau technique sera constitué des différents lots d'AGAPE et complété par du matériel issu du parc d'instrumentation de l'équipe DOP de l'Institut FOTON. Les études en lien avec AGAPE sont variées (lasers originaux pour le transport optique de signaux RF, VECSEL bi-fréquences, réalisation d'ondes sub-millimétriques continues et accordables, oscillateurs opto-électroniques, micro-résonateurs intégrés) et sont effectués dans le cadre de projets collaboratifs avec des acteurs académiques nationaux et internationaux du domaine de l'optique/micro-onde ainsi que des partenariats privilégiés avec des industriels.

#### **7.2 - Transport et emballage**

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

#### **7.3 - Livraison et installation du matériel**

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, une période d'essais de 4 semaines sera mise 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.

**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.**

## **8 - Lot 5 : ensemble opto-mécanique et opto-électronique**

#### **8.1 - Description de l'équipement**

Les circuits photoniques intégrés (PIC) doivent être isolés des vibrations extérieures. Dans ce but, ils seront placés sur une table optique avec vérins pneumatiques. Une seconde table optique indépendante, également avec vérins, est nécessaire afin de permettre l'installation séparée pour une meilleure isolation mécanique et acoustique de tout ou partie du matériel optique/électronique.

Nous souhaitons également faire l'acquisition de deux systèmes de positionnement permettant l'injection optique des PICs. Ces systèmes seront chacun constitués de deux positionneurs : le premier, qui servira de base au second, doit inclure un réglage micrométrique manuel (grossier) XYZ avec une amplitude de course centimétrique pour prépositionner les fibres d'injection ; le second doit inclure un réglage XYZ nanométrique à commande piézo-électrique pour optimiser l'injection.

Des contrôleurs de diode lasers à très faible bruit et large bande passante de modulation et des

contrôleurs de température ultrastables multivoies sont nécessaires pour alimenter et thermaliser les PIC en test.

## 8.2 - Caractéristiques attendues

Toutes les spécifications doivent être respectées.

### **Deux tables optiques**

Base table optique	
Deux tables optiques identiques en nid d'abeille avec pieds pneumatiques actif à air comprimé	Hauteur des pieds : 700 mm Dimensions de la table : 1200 (±120) x 2000 (±200) mm, Epaisseur ≥ 200 mm Trous taraudés métriques M6 espacé de 25mm
Deux portiques pour support équipement test/mesure englobant chacun une table, constitués d'au moins deux niveaux.	Espacement pied > 2000 mm 2 niveaux d'étagères minimum

### **Deux contrôleurs de diode laser très faible bruit**

Chaque appareil doit pouvoir contrôler le courant injecté dans le laser ainsi qu'effectuer la régulation de température.

Base contrôleur de diode laser	
Courant de sortie maximum	400mA < I <sub>max</sub> < 600mA
Niveau de bruit maximum	200pA/√Hz
Niveau de bruit en courant RMS sur bande 10Hz - 1MHz	500nA
Bande passante de modulation du courant	De DC à ≥10MHz
Stabilité – coefficient de température	<10μA/°C
Capteur de température compatible	Thermistance 10kΩ@25°C (NTC)
Courant maximum de Peltier	≥1A
Format	De table
Garantie	2 ans

Il est demandé la fourniture de deux contrôleurs de diodes laser identiques. Il est possible de ne proposer qu'un appareil avec deux voies de sorties distinctes et ayant chacune les caractéristiques requises spécifiées dans le tableau ci-dessus.

### **Contrôleur de température ultra-stable multivoies**

Les PICS étudiés sont constitués de divers éléments, très sensibles aux variations de température et/ou commandable en température. Ainsi, il nous faut pouvoir réguler la température de ces éléments de façon très précise.

<b>Base contrôleur de température</b>	
Puissance minimum de sortie par voie	20W
Courant maximum de sortie par voie	6A
Actionneur compatible	TEC (Peltier)
Capteur compatible (à minima)	Thermistance 10kΩ@25°C (NTC)
Stabilité en température	±0.2m°C sur 1 heure
Résolution de consigne	≤ 0.2m°C
Nombre de voies indépendantes	4
Garantie	2 ans

### **Deux positionneurs XYZ manuels**

Ils doivent intégrer du positionnement manuel micrométrique et une course centimétrique pour prépositionner les fibres d'injection. Ils doivent supporter chacun un positionneur nanométrique.

<b>Base positionneur XYZ manuel</b>	
Translation XY linéaire (mécanique métrique)	25mm de déplacement en XY, sensibilité 1µm, graduation 10µm, capacité de charge > 1kg
Translation Z linéaire (mécanique métrique)	50mm de déplacement en z, sensibilité 1µm, graduation 10µm, capacité de charge > 1kg
Goniomètre compact (mécanique métrique)	Rotation de +-15°, point virtuel à une distance supérieure à 10mm
Platine 3 axes XYZ avec ajustements différentiels compacts idéal pour le couplage des fibres optique (mécanique métrique)	Plage de déplacement dans chaque direction XYZ ≥ 2mm

### **Deux positionneurs XYZ nanométrique.**

Ceux-ci doivent être placés sur les deux positionneurs XYZ manuels et doivent intégrer du nano-positionnement. Le nano-positionnement s'effectuera via un contrôleur qui agit sur des éléments piézo-électriques.

<b>Base positionnement nanométrique XYZ</b>	
Positionnement haute résolution piézoélectrique 3 axes XYZ	Déplacement en boucle ouverte et boucle fermée
Dimension du système de type cubique	< 50x50x50mm
Distance de déplacement (boucle fermée)	> 25µm

Résolution du déplacement (boucle ouverte)	< 1nm
Répétabilité de positionnement	< 30nm
Longueur du câble relié à l'amplificateur	> 1m

### **Deux contrôleurs de positionneurs XYZ nanométrique.**

Les contrôleurs doivent pouvoir être interfacé avec un PC via une connexion dont le type doit être précisé. L'appareil devra pouvoir être piloté au moyen d'un logiciel propriétaire fourni ou par les logiciels Labview ou Python.

<b>Base driver positionnement nanométrique XYZ</b>	
Amplificateur piézoélectrique 3 axes adapté au système piézoélectrique 3 axes précédent	
Possibilité du contrôleur	Contrôle en boucle ouverte et boucle fermée
Senseur	Jauge de contrainte (SG), Capacitif (CAP)
Sortie	-20V à 120V
Interface avec PC	Impératif. Type d'interface à préciser.
Logiciel	Logiciel propriétaire ou Labview ou Python
Format	De table avec affichage des positions

### **8.3 - 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 ...).

### **8.4 - 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 qualités techniques (des équipements en base et PSE retenues le cas échéant)

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

10% pour la qualité SAV

### **8.5 - Contact :**

Pour des compléments d'informations relatives à la livraison et à l'installation, le titulaire contacte :

Goulc'hen LOAS, +33 2 23 23 68 81, goulc-hen.loas@univ-rennes.fr

Université de Rennes, Institut FOTON - UMR CNRS 6082, Bâtiment 11B, Campus de Beaulieu, 35042 Rennes Cedex.

Pour obtenir des compléments d'informations pendant la phase de consultation, les candidats éventuels devront transmettre leurs questions via la plateforme des marchés PLACE.

## 9 - Lot 6 : Laser continu faible bruit de phase à 1.54µm

### 9.1 - Description de l'équipement

Les PICs testés dans le projet AGAPE sont des composants intégrés pour des applications Télécom ou opto-RF. Ils sont optimisés pour fonctionner dans la bande C, soit [1,530 ; 1565] µm. Comme ils peuvent présenter de forts coefficients de surtension optique, leur injection nécessite des sources de grande pureté spectrale. De plus, ces sources doivent pouvoir être accordées sur des résonances. Enfin, pour caractériser ces résonances et effectuer des asservissements, la fréquence doit pouvoir être modulée. Nous souhaitons donc acquérir un laser très bas bruit de phase, accordable continument et balayable en fréquence électriquement. La longueur d'onde doit pouvoir être ajustée à 1,54214 µm pour être compatible avec la longueur d'onde porteuse du signal Refimeve, qui doit arriver à l'Institut Foton cette année.

### 9.2 - Caractéristiques attendues

Tous les critères de base devront être respectés

Le matériel d'exposition reconditionné et garanti pourra être accepté à condition que celui-ci ait 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	3 ans
Options	
Option 1 Extension de garantie	1 an au-delà de la durée initiale

### 9.3 - Conditions d'utilisation et de garantie

Une garantie de 3 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 ...).

#### 9.4 - 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 qualités techniques (des équipements en base et PSE retenues le cas échéant)

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

10% pour la qualité SAV

#### 9.5 - Contact :

Pour des compléments d'informations relatives à la livraison et à l'installation, le titulaire contacte :

Goulc'hen LOAS, +33 2 23 23 68 81, goulc-hen.loas@univ-rennes.fr

Université de Rennes, Institut FOTON - UMR CNRS 6082, Bâtiment 11B, Campus de Beaulieu, 35042 Rennes Cedex.

Pour obtenir des compléments d'informations pendant la phase de consultation, les candidats éventuels devront transmettre leurs questions via la plateforme des marchés PLACE.

### 10 - Lot 7 : Oscilloscope haute résolution

#### 10.1 - Description de l'équipement

Les signaux Opto-RF générés par les composants photoniques testés dans le cadre du sous-projet AGAPE seront convertis en signaux électriques au moyen de photodiodes rapides. Pour analyser ces signaux électriques, nous souhaitons acquérir un oscilloscope haute résolution en tension.

#### 10.2 - Caractéristiques attendues

L'oscilloscope haute résolution doit présenter les caractéristiques suivantes :

Base oscilloscope haute résolution	
Bande passante	≥ 1GHz
Nombre de voies analogiques	≥ 4
Résolution verticale	≥ 12 bits
Ecran tactile	Intégré
Taille de l'écran	≥ 13 pouces de diagonale
Environnement	Windows 11 ou Linux
Nombre effectif de bits (ENOB)	10 bits
Taux d'échantillonnage minimum	5GS/s par voie sur 4 voies
Mémoire d'acquisition	100MPts par voie sur 4 voies
Impédance d'entrée	Sélectionnable 50Ω ou 1MΩ
Garantie	3 ans
Options	
Option 1	Générateur arbitraire intégré
Option 2	Extension de garantie de 2 ans au-delà de de la 3 <sup>ème</sup> année

Appareil d'occasion de moins de 1 an accepté (préciser la date de première mise en service). Prêt d'un appareil identique ou au moins équivalent lors d'un éventuel retour SAV durant la période de garantie.

Tous les critères de base devront être respectés.

### 10.3 - **Conditions d'utilisation et de garantie**

Une garantie de 3 ans pièces et main-d'œuvre est demandée. Les délais de dépannage ne pourront dépasser 4 semaines, temps de transport inclus. Les candidats préciseront leurs engagements concernant la disponibilité des pièces détachées du système concerné (durée, délais de livraisons ...).

### 10.4 - **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 qualités techniques (des équipements en base et PSE retenues le cas échéant)

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

10% pour la qualité SAV

### 10.5 - **Contact :**

Pour des compléments d'informations relatives à la livraison et à l'installation, le titulaire contacte :

Goulc'hen LOAS, +33 2 23 23 68 81, goulc-hen.loas@univ-rennes.fr

Université de Rennes, Institut FOTON - UMR CNRS 6082, Bâtiment 11B, Campus de Beaulieu, 35042 Rennes Cedex.

Pour obtenir des compléments d'informations pendant la phase de consultation, les candidats éventuels devront transmettre leurs questions via la plateforme des marchés PLACE.

## 11 - Lot 8 : Laser de pompage à 532nm

### 11.1 - Contexte d'utilisation

Récemment, l'application 5G a étendu la bande de fréquence prévue à 300 GHz (THz). Dans cette perspective, l'idée de NANTOP300 est de générer des signaux à 300 GHz en utilisant une photodiode intégrée à l'antenne, excitée par un laser bi-fréquence modulé par le signal utile. Une architecture originale consistera à utiliser une antenne transparente afin d'être compatible avec le signal reçu par le laser.

Afin de tester de nouvelles architectures de laser bi-fréquence, nous souhaitons acquérir un laser continu pour pomper optiquement un laser accordable dans le proche infrarouge. Ce laser accordable sera utilisé pour pomper les milieux actifs des sources bi-fréquences originales en développement au laboratoire.

### 11.2 - Description de l'équipement

Le laser de pompe que nous souhaitons acquérir devra pomper un oscillateur Ti : Saphir présent dans les locaux de l'Institut Foton. Le laser de pompe devra émettre autour de 532 nm et les caractéristiques spectrales et spatiales du mode ainsi que la puissance de sortie doivent être compatibles avec le fonctionnement continu et accordable de l'oscillateur Ti : Saphir.

### 11.3 - Caractéristiques attendues

Base Laser de pompage à 532nm	
Puissance optique	25W
Longueur d'onde	532nm
Mode (M <sup>2</sup> )	< 1.1mm
Taille du mode	Préférentiellement de 2.3mm
Divergence du faisceau	< 0.5mrad
Polarisation du faisceau	100 :1
Stabilité de puissance	+/- 1%
Stabilité de pointé	2μrad/°C
Bruit d'amplitude	< 0.05%rms
Température de fonctionnement	18°C-30°C
Garantie	3 ans
Options	
Option 1 : Extension de garantie	2 ans au-delà de la 3 <sup>ème</sup> année

Tous les critères de base devront être respectés.

Le matériel d'exposition reconditionné et garanti pourra être accepté à condition que celui-ci ait moins de 18 mois.

### 11.4 - Transport et emballage

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



destination incombent au titulaire.

#### **11.5 - Livraison et installation du matériel**

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, une période d'essais de 4 semaines sera mise à profit pour effectuer la recette de l'équipement et la validation de la conformité des spécifications techniques de l'équipement.

Le titulaire assurera l'installation et la mise en route du matériel sur site. 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.

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.

**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.**

#### **11.6 - 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 qualités techniques (des équipements en base et PSE retenues le cas échéant)

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

10% pour la qualité SAV

#### **11.7 - Contact :**

Pour des compléments d'informations relatives à la livraison et à l'installation, le titulaire contacte :

Goulc'hen LOAS, +33 2 23 23 68 81, goulc-hen.loas@univ-rennes.fr

Université de Rennes, Institut FOTON - UMR CNRS 6082, Bâtiment 11B, Campus de Beaulieu, 35042 Rennes Cedex.

Pour obtenir des compléments d'informations pendant la phase de consultation, les candidats éventuels devront transmettre leurs questions via la plateforme des marchés PLACE.

## **12 - Lot 9 : oscilloscope pour l'analyse de signaux radio subTHz**

### **12.1 - Contexte d'utilisation**

Le présent lot concerne la plate-forme M<sup>2</sup>ARS sur les aspects caractérisation d'antennes et plus précisément le plateau technique Spectroscopie THz. Ce plateau technique vient en appui de la thématique de recherche sur les systèmes rayonnants électro-optiques en bandes milli- et submillimétriques. Actuellement basé sur une plateforme de spectroscopie TeraHertz fréquentielle (TeraScan), il permet de mesurer le champ rayonné soit pour des besoins de cartographie spatiale de la répartition du champ, soit pour la quantification des débits obtenus pour des liaisons numériques point à point.

### **12.2 - Contexte et objectifs scientifique**

L'utilisation des porteuses millimétriques et sous-millimétriques est motivée par les larges bandes passantes disponibles dans cette région du spectre, qui permettent de supporter les débits de données ultra-élevés prévus pour les systèmes au-delà de la 5G.

Afin de mesurer le taux d'erreur binaire (BER) pour les liens sans fil millimétriques et sub-millimétriques, nous adoptons un schéma de photomélange, où l'une des deux porteuses optiques est modulée par un signal de bande de base à l'aide d'un modulateur électro-optique d'intensité ou d'intensité et de phase. Ces deux tons optiques sont ensuite utilisés pour éclairer une photodiode rapide afin de générer la porteuse modulée aux fréquences millimétriques ou sous-millimétriques. Dans le récepteur, une détection hétérodyne ou par enveloppe est utilisée pour récupérer le signal de modulation portant l'information.

L'oscilloscope rapide décrit ci-après sera utilisé dans un premier temps pour visualiser et évaluer le signal en bande de base avant modulation électro-optique, puis pour évaluer la qualité du signal reçu et mesurer des paramètres clés de performance (Key Performance Indicators, KPI), tels que le taux d'erreur binaire (BER).

### **12.3 - Description de l'équipement**

Comme mentionné précédemment, les porteuses millimétriques et sous-millimétriques sont adoptées afin de fournir des bandes passantes larges capables de supporter des débits de données ultra-élevés. Par conséquent, l'oscilloscope rapide que nous souhaitons acquérir doit être capable de supporter la visualisation et l'inspection des signaux utilisés pour moduler les tons optiques. Dans le contexte présenté, l'oscilloscope rapide doit offrir la bande passante et les outils de visualisation nécessaires pour permettre l'évaluation des caractéristiques des liens sans fil.

#### **Description et spécifications techniques du matériel**

Les attentes techniques sont explicitées ci-dessous. Pour chacune de ces attentes le candidat fournira les capacités correspondant de l'équipement proposé au sein d'une matrice de compliance.

Le tableau ci-dessous définit l'ensemble des caractéristiques souhaitées. Le non-respect de ces caractéristiques n'est pas éliminatoire, mais il en sera tenu compte lors de l'analyse technique des propositions. Les variantes supplémentaires (VS) figurant dans le tableau correspondent à des options logiciels ou matériels de l'équipement de base.

Base/VS	Type	Caractéristiques principales
Base	Oscilloscope digital	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nombre de voies électriques : de 2 à 4</li> <li>• Bande passante : de 8 GHz à 16 GHz</li> <li>• Taux d'échantillonnage maximum : de 40 à 60 Gsample/s</li> <li>• Acquisition rate: de 250 000 à 3 000 000 waveforms/s</li> <li>• Profondeur de mémoire maximum : 3 Gpoints par canal</li> <li>• Mémoire d'acquisition : 100 Mpoints par canal</li> <li>• Réponse en fréquence plate : Max +/- 1dB (10MHz ~ 16 GHz)</li> <li>• Analyse du diagramme de l'œil</li> <li>• Mesure du BER pour taux binaires de 10 Mb/s jusqu'à 40 Gb/s</li> <li>• Connectivité : ports Ethernet, USB</li> <li>• Impédance d'entrée : 50 Ohm</li> </ul>
VS1	Option analyse spectrale	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyse spectrale avec spectrogramme</li> </ul>
VS 2	Option mesure de BER	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mesure du BER avec des données PRBS</li> </ul>
VS 3	Option I/Q	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conversion des signaux modulés en données I/Q</li> </ul>
VS 4	Option Affichage des données	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Affichage EVM/Constellation/symboles</li> </ul>
VS 5	Option Analyse du Jitter	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyse du jitter</li> </ul>
VS 6	Option Time Domain	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyse de la réflexion en domaine temporel (Time domain reflection, TDR) et de la transmission (Time domain transmission, TDT)</li> </ul>
VS 7	Option ergonomie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ecran intégré</li> </ul>
VS 8	Extension de garantie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Extension de garantie à 3 ans</li> </ul>
VS 9	Extension de garantie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Extension de garantie à 5 ans</li> </ul>

## 12.4 - **Conditions**

### **Démonstration des équipements**

Dans le cadre de l'analyse des offres et suivant la possibilité de formuler des demandes de précisions techniques, selon la complexité des matériels concernés, l'Université se réserve la

possibilité de demander des démonstrations de tout ou partie des équipements figurant dans la proposition des candidats les mieux-disants. Ces démonstrations, réalisées dans le respect de l'égalité de traitement des candidats, donneront lieu à la rédaction d'un relevé de conclusions.

Cette démonstration pourra se faire soit au sein des laboratoires de l'IETR ou dans des locaux extérieurs à l'Université de Rennes : locaux du candidat ou sur tout autre site désigné par le candidat, par exemple un site d'exploitation d'un client où sont installés ces mêmes matériels. L'ensemble des frais induits par cette opération et pour la mise œuvre de cette démonstration, frais de déplacements des agents de l'Université compris, seront intégralement à la charge du candidat. Le matériel en démonstration sera par ailleurs strictement identique au modèle proposé dans l'offre soumise par le candidat.

### **Recette des équipements**

La réception des équipements sera effectuée sur site par le candidat, en se basant sur une mesure déterminée préalablement et d'un commun accord.

Le matériel utilisé, ainsi que l'éventuelle utilisation d'équipements additionnels, devront être validés conjointement.

A l'issue de la phase installation-vérification un PV de recette / réception établi par le laboratoire sera adressé au titulaire du marché.

### **Evolutivité de l'équipement objet de l'appel d'offres**

A titre d'informations et sans valeur contractuelle, les prix unitaires et remise potentielle pourront être explicités pour chaque équipement nécessaire à l'évolution du système. De même, les possibilités d'extensions de garanties et de maintenance pourront être exposées et budgétisées pour cette évolution. Enfin les documentations techniques relatives à ces extensions seront fournies.

### **Service après-vente, maintenance et calibrage**

Les candidats donneront des informations concernant les services en charge des opérations de maintenance et calibrage :

- localisation(s) du/des service(s) de maintenance pour les dysfonctionnements mineurs et majeurs.
- contacts pour les questions techniques software et hardware.

**La garantie de base du matériel sera au minimum d'un an pièce et main d'œuvre (à l'exception des extensions supplémentaires optionnelles décrites pour ce lot).**

Les délais de dépannage ne pourront dépasser 4 semaines, temps de transport inclus.

Les candidats préciseront à titre d'information l'organisation de leur SAV :

- Le personnel (nombre, localisation)
- Le taux horaire d'intervention hors contrat
- Les frais fixes divers d'intervention
- Les délais contractuels d'intervention
- Les horaires d'intervention
- Les horaires de disponibilité de la hotline

Les candidats devront également chiffrer et détailler la maintenance courante en précisant les fréquences d'intervention, le temps d'immobilisation de l'appareil et autres informations relatives à la maintenance.

Les candidats préciseront leurs engagements concernant la disponibilité des pièces détachées du système concerné (durée, délais de livraisons ...).

Il est attendu du pouvoir adjudicateur un support technique de qualité et des réponses en hotline rapides et précises (délai de réponse : quelques heures), dépannage sous 48h sauf cas de grosses pièces nécessitant un délai d'approvisionnement.

#### 12.5 - Livraison et installation du matériel

**Sauf exception le délai de livraison du matériel n'excédera pas 12 semaines.**

A réception du matériel sur site, une période d'essais de 4 semaines sera mise à profit pour effectuer la recette de l'équipement et la validation de la livraison. Le titulaire assurera l'installation et la mise en route du matériel sur site avec le ou les responsables du matériel pour une formation de base.

Sauf mention explicite, l'adresse de livraison des équipements est la suivante :

**IETR, Université de Rennes, Campus Beaulieu, bât. 11D, 35042 RENNES Cedex - FRANCE**

#### 12.6 - Choix 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 :

- 50% pour les qualités techniques (des équipements en base et PSE retenues le cas échéant), et services associés (formation, délais etc.)
- 40% pour la partie financière (base et variantes supplémentaires étudiées à périmètre égal)
- 10% qualité SAV

#### 12.7 - Contacts :

Pour des compléments d'informations relatives à la livraison et à l'installation, le titulaire contacte :

Laurent Le Coq : +33 2 23 23 65 26, [laurent.le-coq@univ-rennes.fr](mailto:laurent.le-coq@univ-rennes.fr)

David González Ovejero : +33 2 23 23 69 52, [david.gonzalez-ovejero@univ-rennes.fr](mailto:david.gonzalez-ovejero@univ-rennes.fr) :

IETR, UMR CNRS 6164, Université de Rennes, Campus Beaulieu, bât. 11D, 35042 Rennes Cedex

Pour obtenir des compléments d'informations pendant la phase de consultation, les candidats éventuels devront transmettre leurs questions via la plateforme des marchés PLACE.