



Marché de fournitures courantes et services (FCS)

**LOT1 - CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIERES
(C.C.T.P.)**

Objet : Fourniture d'un peigne de fréquences avec sorties adaptées au moyen IR pour le compte de l'UMR7538

Contenu

Article 1 – Objet et forme du marché public.....	3
1.1 Objet du marché.....	3
1.2 Forme du marché	3
Article 2 – Cadre de Réponse Technique (CRT) et documents d’offre attendus.....	3
Article 3 – Clauses Techniques Particulières	4
3.1 Contexte d’utilisation	4
3.1.1 Contexte de recherches et Domaine d’application.....	4
3.1.2 Destination de l’instrument.....	4
3.1.2 Contraintes particulières du laboratoire	4
3.2 Caractéristiques techniques et fonctionnelles de l’instrument de base.....	5
3.2.1 Etat du matériel.....	5
3.3 Logiciels intégrés	12
3.4 Exigences en matière de performance du système	13
3.5 variantes	16
3.6 Exigences relatives aux prestations associées.....	16

Article 1 – Objet et forme du marché public

1.1 Objet du marché

Le présent marché a pour objet la Fourniture d'un **peigne de fréquences avec sorties adaptées au moyen IR**.

1.2 Forme du marché

Le présent marché est un marché à tranche, traité au prix global et forfaitaire précisé et décomposé par le Titulaire dans son offre.

Il comporte une tranche ferme et trois tranches optionnelles.

La tranche ferme (TF) concerne la fourniture d'un peigne de fréquence émettant autour de 1550 nm

La tranche optionnelle 1 (TO1), concerne la fourniture d'une extension spectrale à 1850 nm ;

La tranche optionnelle 2 (TO2), concerne la fourniture d'une extension spectrale proche infrarouge largement accordable ;

La tranche optionnelle 3 (TO3), concerne la fourniture d'une extension spectrale dans le visible.

L'exécution des tranches optionnelles et ses modalités sont subordonnées à une décision unilatérale d'affermissement du Bénéficiaire.

Cette décision est notifiée au titulaire via la plateforme PUMA, pour les TO1 et TO2 au plus tard 3 mois après la notification de l'admission définitive des prestations du marché pour la tranche ferme.

Cette décision est notifiée au titulaire via la plateforme PUMA, pour la TO3 au plus tard 1 mois avant la fin de la garantie contractuelle de deux ans.

Le bénéficiaire ne s'engage que sur la tranche ferme, le bénéficiaire ne sera engagé sur la tranche optionnelle que lorsque celle-ci sera affermie.

Article 2 – Cadre de Réponse Technique (CRT) et documents d'offre attendus

Le soumissionnaire est tenu de communiquer dans son offre technique :

- **Des fiches et manuels techniques des différents matériels et logiciels composant l'instrument ;**
- La durée de disponibilité des pièces détachées ;
- La date connue ou probable d'arrêt de fabrication du modèle d'instrument proposé ;
- Le coût des pièces détachées et des interventions en cas de panne hors période de garantie ou hors contrat de maintenance ;
- La qualité de son service après-vente (délai d'intervention, expertise du personnel, support technique, provenance des pièces détachées, conditions de mise à jour des logiciels, ...) ;
- La liste des composants répondant à la définition de consommables.

3.1 Contexte d'utilisation

3.1.1 Contexte de recherches et Domaine d'application

Les recherches du LPL et en particulier celles de l'équipe Métrologie, Molécules et Tests Fondamentaux concernent les tests de physique fondamentale, les mesures de précision et le développement d'horloges compactes ou l'étude de dispositifs ou méthodes pour la métrologie.

Dans ce contexte nous avons besoin d'un peigne de fréquences pour transférer les performances de stabilité et d'exactitude du signal REFIMEVE, issu des horloges du LTE, vers nos différents lasers. Nous pourrions ainsi sonder des systèmes atomiques ou moléculaires ou tester les lois physiques ou caractériser des dispositifs de stabilisation ou de transfert de stabilité avec la meilleure précision possible.

3.1.2 Destination de l'instrument

Peigne de fréquences destiné à l'asservissement de lasers pour la spectroscopie de précision et les technologies quantiques.

Peigne de fréquences asservi sur le signal optique REFIMEVE et mutualisé entre plusieurs équipes du laboratoire pour :

- à court terme : asservir des lasers à cascade quantique émettant dans le moyen infrarouge par somme ou différence de fréquences avec une sortie dédiée du peigne et permettre la spectroscopie avec ces QCLs en balayant la fréquence de répétition du peigne sur au moins 10 kHz (voir Tran et al, APL Photonics 9, 030801 (2024))
 - i) à court terme : asservir des QCLs vers 9-11 μm grâce à une sortie à 1850 nm
 - ii) à moyen terme : asservir des QCLs vers 6 μm grâce à une sortie à 2000 nm
 - iii) à moyen terme : asservir des QCLs vers 17 μm grâce à une sortie à 1700 nm
- à moyen terme : asservir des QCLs émettant entre 5 μm et 20 μm
- à moyen terme : asservir des lasers pour sonder l'atome Sr dans un dispositif de simulation quantique
- à moyen terme : asservir des lasers pour caractériser une horloge superradiante à atomes de Sr, vers 690 nm
- à long terme : asservir des lasers pour sonder la molécule SrF, vers 660 et 680 nm

3.1.2 Contraintes particulières du laboratoire

Peigne mutualisé entre plusieurs expériences : nous souhaitons que les sorties puissent évoluer et que des sorties supplémentaires puissent être ajoutées ultérieurement.

Peigne utilisé pour caractériser la propagation des signaux d'horloges de REFIMEVE, donc nécessité d'avoir de très bonnes performances de bruit.

La fréquence de répétition doit être au moins 200 MHz afin de pouvoir identifier quelle est la dent du peigne la plus proche d'un laser de fréquence inconnue avec un lambdamètre commercial (incertitude de 30 MHz dans le visible et le moyen infrarouge jusqu'à 14 μm) et elle doit être inférieure à 300 MHz afin de limiter les fréquences de battements à 150 MHz et ainsi utiliser nos équipements standards. Une fréquence de répétition de 250 MHz, pour laquelle nos systèmes de détection et de traitement des données existant ont été développés, sera préférée.

3.2.1 Etat du matériel

Matériel neuf

3.2.2 Instrument principales caractéristiques techniques

Tranche Ferme

a. Spécifications d'ordre générales

#	Spécifications	Caractéristiques		Méthode de vérification
		Caractéristiques obligatoires	Caractéristiques préférées	
a.1	Spectre			
	Longueur d'onde centrale	Aux environs de 1560 nm		Documentation, rapport de test
	Largeur spectrale	20 nm (largeur à -3dB)	>40 nm à -10 dB	Documentation, rapport de test
	Largeur spectrale d'une dent du peigne (sans asservissement)	30 kHz	10 kHz	Documentation, rapport de test
a.2	Sorties			
	Nombre de sorties utilisables	7		Documentation, rapport de test
	Connecteurs	FC/APC		Documentation, rapport de test
	Puissance optique par sortie		10 mW dans +/- 20 nm au moins	Documentation, rapport de test
a.3	Fréquence de répétition f_{rep}			
	Valeur	Entre 200 MHz and 300 MHz	250 MHz	Documentation, rapport de test
	Accordabilité	3 kHz	Au moins 100 kHz	Documentation, rapport de test
	Liste des actionneurs pour optimiser la puissance du battement à f_{rep} (ou de ses harmoniques) et de son SNR	Donner la description		Documentation
	Mesure du battement à f_{rep} ou d'un de ses harmoniques		Bande passante du détecteur supérieure à 1 GHz, connecteur BNC	Documentation, rapport de test
a.4	Fréquence d'offset f_0			

	Valeur/accordabilité	Si la fréquence d'offset n'est pas nulle, sa valeur doit être ajustable entre - $f_{rep}/2$ et $f_{rep}/2$		Documentation, rapport de test
	Liste des actionneurs pour optimiser la puissance du battement à f_0 et de son SNR	Donner la description		Documentation
	Mesure de f_0	Si la fréquence d'offset n'est pas nulle, sa mesure doit être fournie, la bande passante du détecteur doit être supérieure à f_{rep}		Documentation, rapport de test
	Spectre élargi utilisé pour détecter ou éliminer f_0		La partie du spectre qui n'est pas utilisée pour détecter ou éliminer f_0 est laissée accessible à l'utilisateur	Documentation, rapport de test
a.6	Cavité du laser et diodes de pompes			
	Durée de vie des diodes de pompes		Au moins 5 ans	Documentation, rapport de test
	Possibilité d'accéder aux caractéristiques de fonctionnement (courant, température, puissance) de chaque diode de pompes		A distance	Documentation, rapport de test
	Remplacement des diodes de pompe	Préciser si le remplacement des diodes de pompe peut être effectué sur place (sans renvoi du peigne au constructeur) et si c'est possible par un expert constructeur ou par l'utilisateur	De préférence : - remplacement des diodes de pompe possible sur place (sans renvoi du peigne au constructeur) - de préférence par l'utilisateur plutôt que par un expert constructeur	Documentation, rapport de test
a.7	Conception mécanique et thermique			
	Dimensions de la partie optique (avec et sans les options)	Donner les dimensions	Pas de préférence Un montage en rack pourra être proposé pour l'oscillateur et les sorties visibles	Documentation, rapport de test
	Dimensions des parties électroniques et contrôle	Ces parties doivent être intégrées en rack		Documentation, rapport de test
	Température de fonctionnement	Environ 20°C, avec une marge d'au moins +/- 4°C		Documentation, rapport de test

	Conditions de refroidissement ou maintien en température	Préciser le type de refroidissement. Préciser en particulier si cela implique des éléments vibrants (comme par exemple des ventilateurs ou la circulation d'eau) et leurs proximités avec l'oscillateur optique et ses options/sorties	Les parties vibrantes doivent être découplées au maximum de la partie optique	Documentation, rapport de test
	Température de stockage	10-35°C		Documentation, rapport de test
a.8	Equipements de caractérisation			
	Visualisation du signal (oscilloscope et analyseur de spectres)	Préciser les équipements de visualisation des signaux (oscilloscope et analyseur de spectres) pour les battements et les signaux d'erreur (f_{rep} et f_0)		Documentation, rapport de test
	Compteur de fréquences	Préciser le nombre total de canaux et leurs résolutions	4 canaux	Documentation, rapport de test

b. Stabilisation du peigne de fréquences

#	Spécifications	Caractéristiques		Méthode de vérification
		Caractéristiques obligatoires	Caractéristiques préférées	
b.1	Actuateurs pour f_{rep}			
	Courte description des actuateurs pour contrôler f_{rep}	Au moins 2 actuateurs, 1 pour le contrôle du bruit basse fréquence avec une grande dynamique et l'autre pour le contrôle du bruit haute fréquence avec une dynamique limitée	Si possible 3 actuateurs, 1 pour modifier largement la valeur de f_{rep} , un deuxième pour le contrôle du bruit basse fréquence avec une grande dynamique et le 3 ^{ème} pour le contrôle du bruit haute fréquence avec une dynamique limitée	Documentation, rapport de test
	Bande passante totale de correction (en optique)	400 kHz	1 MHz	Documentation, rapport de test

	Accordabilité lorsque f_{rep} est asservi	150 Hz avec un PZT	Possibilité d'étendre cette accordabilité en utilisant un autre actuateur pour recentrer la correction agissant sur la PZT, extension jusqu'à 100 kHz au moins, solution logicielle fournie ou facilement ajoutable par l'utilisateur	Documentation, rapport de test
	Résolution : pas minimal de variation de f_{rep}		1 mHz ou inférieur	Documentation, rapport de test
	Actuateurs	Donner les caractéristiques de chaque actuateur : type, connecteur, comment est-il contrôlé, dynamique libre et asservi, bande passante (de l'actuateur seul, et de l'actuateur et de son électronique), résolution (pas minimal de variation de f_{rep})		Documentation, rapport de test
b.2	Actuateurs pour f_0	Non pertinent si le peigne est à différence de fréquence		
	Courte description des actuateurs pour contrôler f_0	Au moins 2 actuateurs, 1 pour le contrôle du bruit basse fréquence avec une grande dynamique et l'autre pour le contrôle du bruit haute fréquence avec une dynamique limitée		Documentation, rapport de test
	Bande passante	400 kHz	1 MHz	Documentation, rapport de test
	Résolution : pas minimal de f_0		1 mHz ou moins	Documentation, rapport de test
	Actuateur	Donner les caractéristiques de chaque actuateur : type, connecteur, comment est-il contrôlé, dynamique libre et asservi, bande passante (de l'actuateur seul, et de l'actuateur et de son électronique), résolution		Documentation, rapport de test

		(pas minimal de variation de f_0)		
b.3	Asservissement de f_{rep}			
b.3.1	Asservissement sur référence RF	Donner la bande passante. Décrire le type de servo (PI ?, PII ?, analogue ou numérique) et quels sont les réglages accessibles. Possibilité de choisir la valeur de f_{rep}		Documentation, rapport de test
b.3.2	Asservissement sur référence optique à 1542 nm	Décrire le type de servo (PI ?, PII ?, analogue ou numérique) et quels sont les réglages accessibles Possibilité de choisir la valeur et le signe du battement entre 0 et $f_{rep}/2$. Donner la valeur de la bande passante	La + haute bande passante est préférable	Documentation, rapport de test
b.4	Asservissement de f_0	Non pertinent si le peigne est à différence de fréquence		
	Asservissement sur référence RF	Possibilité de choisir la valeur de f_0 de $-f_{rep}/2$ à $f_{rep}/2$. Décrire le type de servo (PI ?, PII ?, analogue ou numérique) et quels sont les réglages accessibles. Donner la valeur de la bande passante	La + haute bande passante est préférable	Documentation, rapport de test
b.5	Référence RF			
b.5.1	Référence fournie	Préciser le type de référence fournie	Aucune préférence, nous utiliserons une référence externe dont nous disposons actuellement, nous souhaitons le prix le plus bas sur ce point.	Documentation, rapport de test
b.5.2	Possibilité d'utiliser une référence externe.	Oui. Préciser la largeur de bande de verrouillage de la référence RF du peigne et des synthétiseurs sur la référence externe – et la possibilité de régler cette largeur de bande	Une largeur de verrouillage la + élevée possible est demandée.	Documentation, rapport de test

	Fréquence et niveau de la référence externe		De préférence 10 MHz	Documentation, rapport de test
--	---	--	----------------------	--------------------------------

c. Sorties

Des sorties pourront être acquises pour étendre le fonctionnement du peigne. Ces extensions pourront être acquises dans le cadre des tranches suivantes du marché, plus tard. Décrire la possibilité d'ajouter des extensions spectrales à l'avenir. Les sorties libres du peigne sont-elles compatibles avec l'ajout ultérieur de nouvelles extensions (vers le visible, l'infrarouge, peignes moyen infrarouges 5-11 μm , ...) ? Cela implique-t-il de renvoyer le peigne chez le fournisseur, ou cela peut-il se faire par une intervention sur site du fabricant ?

Tranche Optionnelle 1 (TO1)

La TO1 comprend une sortie optique nécessaire à l'extension du fonctionnement du peigne.

#	Sorties	Caractéristiques		Méthode de vérification
		Caractéristiques obligatoires	Caractéristiques préférées	
Tr2	1850 nm	1.5 mW dans 3 nm, en espace libre, couverture spectrale de ~25 nm. Sur breadboard, pas en rack	5 mW dans 3 nm, en espace libre, couverture spectrale de ~25 nm. Sortie à 1542 nm disponible sur cette même sortie	Rapport de test

Pour cette sortie, le fabricant doit fournir :

- la bande passante optique (FWHM)
- l'accordabilité
- si la sortie est par fibre (F) ou en espace libre (FS), et dans chaque cas, le col du faisceau, taille et position (FS) ou le type de fibre (F)
- puissance totale
- la puissance et la largeur de bande en termes de puissance minimale par mode dans une bande de fréquence donnée (xx nW/mode dans yy nm)
- les degrés de liberté permettant d'optimiser le spectre à la longueur d'onde ciblée

Tranche Optionnelle 2 (TO2)

La TO2 comprend une sortie optique nécessaire à l'extension du fonctionnement du peigne.

#	Sorties	Caractéristiques		Méthode de vérification
		Caractéristiques obligatoires	Caractéristiques préférées	
Tr3	NIR continuum	Sortie NIR large bande, 1600 nm à 2000 nm, permettant une utilisation à une longueur d'onde réglable dans ce spectre après optimisation, 5 mW dans 3 nm, couverture spectrale de ~25 nm. Les longueurs d'onde ~1700 nm, ~1850 nm et ~2000 nm doivent être accessibles. Sur breadboard, pas en rack	Une plage 1050 - 2100 nm serait préférable. Sortie à 1542 nm disponible sur cette même sortie	Rapport de test

Pour cette sortie, le fabricant doit fournir :

- la bande passante optique (FWHM)
- l'accordabilité
- si la sortie est par fibre (F) ou en espace libre (FS), et dans chaque cas, le col du faisceau, taille et position (FS) ou le type de fibre (F)
- puissance totale
- la puissance et la largeur de bande par sortie en termes de puissance minimale par mode dans une bande de fréquence donnée (xx nW/mode dans yy nm)
- les degrés de liberté permettant d'optimiser le spectre à la longueur d'onde ciblée

Tranche Optionnelle 3 (TO3)

Module de continuum visible donnant accès aux longueurs d'onde suivantes : 686 nm et/ou 689 nm et/ou 698 nm avec la détection incluse.

#	Sorties	Caractéristiques		Méthode de vérification
		Caractéristiques obligatoires	Caractéristiques préférées	
Tr5	Continuum visible	Accès aux longueurs d'onde suivantes (mais pas nécessairement simultanément) : 686 nm et/ou 689 nm et/ou 698 nm. Avec un unique module de détection du battement pour la longueur d'onde 698 nm et si possible également 689 nm et 686 nm	Accès aux 3 longueurs d'onde simultanément.	Rapport de test

Pour chaque sortie, le fabricant doit fournir :

- la bande passante optique (FWHM)
- l'accordabilité
- si la sortie est par fibre (F) ou en espace libre (FS), et dans chaque cas, le col du faisceau, taille et position (FS) ou le type de fibre (F)
- puissance totale
- la puissance et la largeur de bande par sortie en termes de puissance minimale par mode dans une bande de fréquence donnée (xx nW/mode dans yy nm)
- les degrés de liberté permettant d'optimiser le spectre aux longueurs d'onde ciblées ou d'équilibrer les différents battements optiques résultant de cette sortie
- le rapport signal/bruit (SNR) aux longueurs d'onde cible dans une bande de 100 kHz, pour un battement avec des lasers CW externes spectralement ultra-stables. Le SNR le plus élevé possible est préférable. Il s'agit donc de la limite imposée par le peigne lui-même, ou par ses sorties amplifiées lorsque le battement est formé avec un autre laser ultra-stable idéal, indépendant.

Le fabricant devra indiquer s'il est possible d'atteindre la longueur d'onde de 663 nm avec ce même module, et si oui, quel SNR est envisagé dans une bande de 100 kHz, pour un battement avec un laser CW externe spectralement ultra-stable.

Remarque : pour les tranches optionnelles 1, 2 et 3, il n'est pas demandé de module électronique d'asservissement d'un laser continu sur les extensions spectrales.

Tranche Ferme

#	Spécifications	Caractéristiques		Méthode de vérification
		Caractéristiques obligatoires	Caractéristiques préférées	
1	Visualisation - Réglage - Diagnostic			
	Logiciel pour visualiser le statut du peigne : on/off, mode-lock, boutons d'ajustements...	Logiciel permettant d'accéder aux paramètres du peigne et de les contrôler, tels que le courant des diodes laser, la puissance de sortie, la fréquence de répétition et la valeur de f_0 . Programmation logicielle et commande de tous les paramètres des asservissements. Ce logiciel doit fonctionner sur n'importe quel ordinateur équipé de Microsoft Windows ou Linux. Il doit permettre l'ensemble des réglages du peignes et des diagnostics.	Python est préféré	Documentation, rapport de test
	Durée de la maintenance du ou des logiciels / disponibilité du programme d'installation du ou des logiciels		Au moins 10 ans quelle que soit la version de Microsoft Windows utilisée et/ou Linux	Documentation, rapport de test
	Ordinateur	Non nécessaire		Documentation, rapport de test
	Ecran	Non nécessaire		Documentation, rapport de test
2	Caractérisation et accès distant			
	Caractérisation des asservissements.	Le logiciel doit donner la stabilité à 1 s de f_{rep} (ADEV) en fonction du temps.	Le logiciel doit permettre la visualisation des battements à f_{rep} et	Documentation, rapport de test

	Commande à distance de toutes les entrées/sorties numériques du peigne	Il doit être accessible à distance.	à f_0 (si pertinent) au cours du temps. Possibilité d'avoir accès aux PSD des battements de frep et f_0 . Python est préféré	
3	Open source			
		Interfaces et codes en open-access pour rendre possible l'intégration dans un système de contrôle global de nos expériences	Le langage Python serait préféré	Documentation, rapport de test

Tranches Optionnelles : T01, T02 et T03

Le ou les logiciels de la tranche ferme doivent permettre de piloter les sorties des tranches.

3.4 Exigences en matière de performance du système

Pour toutes les tranches :

	Spécifications	Spécifications obligatoires	Commentaires	Méthode de vérification
1	Stabilité de f_0 (sans asservissement)	La variation est inférieure à quelques MHz sur une période d'une journée lorsque la température ambiante varie dans une fourchette de +/- 4 °C	Préciser la variation attendue dans différentes conditions thermiques	
2	Largeur (FWHM) d'une dent du peigne non asservi	Maximum de 30 kHz dans une bande passante de 1 Hz. De préférence 10 kHz dans une bande passante de 1 Hz		Données justificatives requises. Si un spectre est fourni, veuillez indiquer la bande passante RBW et la durée d'intégration.
3	Bruit de phase intégré lorsque le système est verrouillé en phase sur une référence optique et que la fréquence f_0 est verrouillée	<100 mrad dans [100Hz-2MHz]		Veuillez fournir des détails précis concernant la procédure de mesure : • S'agit-il de la mesure d'une dent spécifique ? • Cette dent est-elle asservie en phase avec

	simultanément (le cas échéant)			une référence optique externe pendant cette mesure ? Schéma de mesure ?
4	Largeur de raie d'une dent lorsque le système est verrouillé en phase sur une référence optique et que la fréquence f_0 est verrouillée simultanément (le cas échéant)	Au niveau de la référence optique ou <1Hz		Données justificatives requises. Si un spectre est fourni, veuillez indiquer le protocole expérimental (schéma de mesure), la bande passante (RBW) et le temps d'intégration, et préciser la largeur de raie de la référence optique.
5	Stabilité d'une dent lorsque le système est verrouillé en phase sur une référence optique et que la fréquence f_0 est verrouillée simultanément (le cas échéant)	Au niveau de la référence ou MDEV : - 1×10^{-17} à 1 s - 1×10^{-18} à 1000 s	Des performances différentes sont attendues selon que la mesure de stabilité est faite à une longueur d'onde proche ou éloignée de la longueur d'onde de stabilisation (estimation de la différence attendue : facteur 10).	Données justificatives requises, en « out-of-loop ». Les informations suivantes sont attendues : • Schéma de mesure (précisant les longueurs d'onde auxquelles le verrouillage et la mesure sont effectués et si ces longueurs d'ondes sont situées dans la même sortie du peigne). Courbe de stabilité attendue, MDEV, avec le temps d'intégration en s.
6	Exactitude d'une dent lorsque le système est verrouillé en phase sur une référence optique et que la fréquence f_0 est verrouillée simultanément (le cas échéant)	1×10^{-17} pour $\tau > 100$ s		Données justificatives requises en « out-of-loop ». Les informations suivantes sont attendues : • Schéma de mesure (précisant les longueurs d'onde auxquelles le verrouillage et la mesure sont effectués et si ces longueurs d'ondes sont situées

				dans la même sortie du peigne).
7	Performances de stabilité des extensions spectrales	MDEV : - 1×10^{-16} à 1 s - 1×10^{-17} à 1000 s		Données justificatives requises. Les informations suivantes sont attendues : Schéma de mesure (précisant les longueurs d'onde auxquelles le verrouillage et la mesure sont effectués et si ces longueurs d'ondes sont situées dans la même sortie du peigne). Courbe de stabilité attendue, MDEV, avec le temps d'intégration en s.
8	Accordabilité lorsque le peigne est libre	Réglage de la fréquence de répétition d'au moins 3 kHz (et de préférence au moins 100 kHz). Réglage de f_0 de - $f_{rep}/2$ à $f_{rep}/2$	Préciser la description des actuateurs	Données justificatives requises
9	Accordabilité lorsque le peigne est verrouillé en phase	Réglage continu d'un mode du peigne > 1,5 GHz (lorsqu'il est verrouillé sur une référence optique balayée dans cette gamme)	La plus grande accordabilité sera favorisée. Préciser comment cette continuité est assurée	Données justificatives requises
10	Bande passante d'asservissement de f_{rep} (en optique)	Au moins 400 kHz	Une bande passante plus élevée est un plus	Données justificatives requises
11	Bande passante d'asservissement de f_0	Au moins 400 kHz	Une bande passante plus élevée est un plus	Données justificatives requises
12	Extensions spectrales	Possibilité d'ajouter les extensions spectrales des différentes tranches		
13	Autres extensions spectrales	Possibilité d'ajouter d'autres extensions spectrales ultérieurement, en particulier des		

		extensions vers 1700 nm, ou 2000 nm, ou des extensions dans le moyen infrarouge (5-11 μ m)		
--	--	--	--	--

3.5 variantes

3.5.1 Variantes à l'offre de base

Sans objet

3.5.2 prestations supplémentaires éventuelles (PSE) :

Tranche Ferme :

PSE obligatoire :

Après la période de garantie initiale de 2 ans, la PSE 1 pourra être prise pour la tranche ferme et pour les tranches optionnelles :

PSE 1 : extension de garantie de 3 ans

PSE facultatives :

Après la période de garantie initiale de 2 ans, les PSEs 2 à 5 pourront être prises pour les différentes tranches :

PSE 2 : extension de garantie de 3 ans pour la tranche ferme uniquement

PSE 3 : extension de garantie de 3 ans pour la tranche optionnelle 1 uniquement

PSE 4 : extension de garantie de 3 ans pour la tranche optionnelle 2 uniquement

PSE 5 : extension de garantie de 3 ans pour la tranche optionnelle 3 uniquement

3.6 Exigences relatives aux prestations associées

3.6.1 : Délai de Livraison

Tranche Ferme :

Le délai maximum de livraison de l'instrument est fixé à **3 mois maximum** à compter de la date de notification du marché.

Tranches Optionnelles 1 ,2 et 3 : Délai de livraison est **de 4 mois maximum** à compter de la date de notification de leur affermissement.

CNRS

Délégation Ile de France Villejuif
7 rue Guy Môquet – 94800 – Villejuif

CCTP_LOT1_CNRS_DR01_SFC_2026_07

3.6.2 Conformité CE

Les acquisitions de matériels hors UE sont soumises à l'obligation de [marquage CE](#) .

Le titulaire s'engage à fournir, sur demande du CNRS et à tout moment, les documents attestant de la conformité CE des équipements livrés.

3.6.3 Adresse de livraison

LPL – Université Sorbonne Paris Nord – 99 avenue Jean-Baptiste Clément 93430 Villetaneuse

3.6.4. : Installation, vérification et admission des matériels :

3.6.3.1 Modalités particulières d'installation

Sans objet

3.6.3.2 Vérification et admission des matériels pour la tranche ferme et les tranches optionnelles

La livraison est constatée par la signature d'un bon de livraison.

Les opérations de vérifications sont réalisées conformément aux stipulations du CCAG FCS et notamment de ses articles 27 et suivants.

Cependant, par dérogation aux stipulations de l'article 28.2 du CCAG FCS, le délai dont dispose le Bénéficiaire pour formaliser un Procès-Verbal (PV) et **notifier sa décision est de quinze jours**.

Délai dont dispose l'établissement pour notifier sa décision court à compter de :

- ☒ la livraison de l'instrument par le titulaire
- ☐ la mise en service de l'instrument par le titulaire
- ☐ la date de fin de la formation utilisateur

3.6.3.3. Formation :

Tranche Ferme :

Les formations attendues sont les suivantes :

- Formation à l'utilisation de l'instrument et de son logiciel, éventuellement à distance

Le titulaire indique les modalités de tenue et durée de la formation dans son offre. Celle-ci aura lieu juste après l'installation du matériel au LPL.

Tranches Optionnelles 1, 2 et 3 :

Pas de formation

3.6.3.4 Support technique

Le titulaire s'engage à mettre à disposition du pouvoir adjudicateur un support technique (y compris sur les logiciels) accessible les heures et jours ouvrés. Ce support est gratuit pendant la période de garantie.

Le support est accessible par téléphone (appel non surtaxé) et par courriel. Le Titulaire s'engage sur un délai de réponse inférieur à 3 jours et un délai de premier diagnostic inférieur à 5 jours.

Les autres engagements du Titulaire concernant le support technique figurent dans son offre.

Dans le cas du non-respect de ce délai, le Titulaire encourt une pénalité telle que décrite à l'article 14 du CCAP.

3.6.3.5 Garantie contractuelle :

Tranche ferme et tranches optionnelles : Les matériels sont garantis par le titulaire pendant **une durée de 2 ans à compter de la date de notification d'admission des matériels.**

3.6.3.6 Délais d'intervention en cas de panne

Au titre du présent marché, le Titulaire a une obligation de résultat concernant le respect des délais d'intervention sur site en cas de panne des équipements.

Par dérogation aux stipulations de l'article 3.2.2 du CCAG FCS, ce délai s'entend en jours ouvrés à compter de la demande d'intervention. Ce délai est renseigné dans l'offre du titulaire.

La demande d'intervention par le pouvoir adjudicateur peut être effectuée par téléphone, confirmée par voie électronique.

Le Titulaire s'engage sur un délai d'intervention sur site (si nécessaire) inférieur à 3 semaines et un délai de réparation (si envoi à l'usine nécessaire) de 6 semaines.

Dans le cas du non-respect de ce délai, le Titulaire encourt une pénalité telle que décrite à l'article 14 du CCAP.