

## APPEL D'OFFRES OUVERT

### Acquisition de lasers en cavités étendues

**Lot n°2 : Lasers à 444.0, 458.3 et 770.2 nm pour  
le repompage d'atomes d'ytterbium neutres**

### **Cahier des clauses techniques particulières (CCTP)**

Consultation n° CCAP n°25.002 du 14/03/2025

Pour plus de précisions, le candidat peut contacter le référent technique, porteur du projet :

**Responsable du suivi technique :**

**Mme Marion Delehay**

FEMTO-ST, Département Temps-fréquence

Supmicrotech-ENSMM

26 rue de l'épitaphe

25030 Besançon

**Téléphone** : 03 81 40 29 59

**Courrier électronique (e-mail)** : [marion.delehay@femto-st.fr](mailto:marion.delehay@femto-st.fr)

# **1 OBJET DE LA CONSULTATION**

La présente demande est associée à l'acquisition de lasers à 444.0, 458.3 et 770.2 nm pour le pompage d'atomes d'ytterbium neutres.

Il sera utilisé à des fins de recherches scientifiques, techniques et technologiques et il doit être conforme au présent CCTP.

L'offre devra mentionner le type et la durée de garantie des composants (Machine et équipements annexes). (Cf. annexes 1 et 2)

## **2 CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES**

### **2.1 Type de laser**

Chaque laser doit être accordable autour de sa longueur d'onde centrale (444.0, 458.3 et 770.2 nm) stable en fréquence, à faible niveau de bruit et fournir une puissance lumineuse importante. Chaque laser doit fonctionner en régime continu. La solution technique préconisée est la diode laser en cavité étendue, éventuellement amplifiée, même si d'autres solutions techniques peuvent être envisagées.

Chaque laser inclura obligatoirement un isolateur optique permettant d'éviter tout feedback.

### **2.2 Performances optiques requises**

- Puissance : minimum 10 mW après isolateur optique
- Spectre :
- Largeur de raie (à court terme) inférieure à 2 MHz (FWHM), de préférence <1 MHz
- Accordable sur +/- 1 nm et balayage sans saut de mode (minimum 10 GHz) autour des fréquences de repompage de ytterbium à 444.0, 458.3 et 770.2 nm.
- Mode spatial : monomode transverse, avec  $M^2$  proche de 1

### **2.3 Stabilité et contrôle**

La conception du laser doit garantir une grande stabilité de fréquence et puissance. À ce titre, il sera apprécié que les éléments cruciaux soient intégrés dans une structure monolithique et scellée à l'air.

L'évaluation de la qualité de la stabilité et du contrôle se fera sur les points suivants :

- contrôleur numérique bas bruit,
- contrôle par ordinateur du courant et de la température,
- stabilisation du laser vis-à-vis des variations extérieures de température et de pression,
- asservissement de la fréquence laser sur une cavité Fabry-Pérot avec une bande passante > 50 kHz,
- asservissement et optimisation de la puissance laser à distance.

Les lasers à 444.0, 458.3 et 770.2 nm seront installés sur la même table optique. Ils pourront être contrôlés soit par un seul contrôleur commun, soit par un contrôleur par laser.

## 2.4 Logiciels

Dans la mesure où des logiciels sont fournis par le titulaire, ce dernier s'engage à informer l'UMLP des éventuelles modifications, mises à jour ou extensions du ou des logiciels et à en faire bénéficier gratuitement l'UMLP pendant une durée minimale de 2 ans.

## 3.EQUIPEMENTS COMPLEMENTAIRES.

Dans le cas de l'achat de lasers en cavités étendues seuls, avec utilisation de l'un de nos contrôleurs, l'offre devra comprendre les équipements complémentaires suivants qui feront l'objet d'une première option (PSE n°1) avec une prise en compte des éléments suivants :

- Modification de contrôleurs
- Câbles de longueur suffisante etc.

Une sortie fibrée sera également chiffrée en option pour chaque lasers (PSE n°2), cette dernière devra proposer un couplage minimal de 55% dans une fibre à maintien de polarisation.

### **PSE - Prestations supplémentaires éventuelles - n°1 et n°2 :**

*En cas d'absence de chiffrage l'offre ne sera pas analysée. L'Université Marie & Louis Pasteur se réserve le droit de retenir ou non ces PSE. Le candidat en sera informé lors de l'attribution du marché.*

**PSE n°1 : A chiffrer uniquement dans le cas de lasers vendus seuls** : proposition d'équipements complémentaires des contrôleurs

**PSE n°2** : possibilité de fournir une sortie fibrée assurant un couplage minimal de 55% dans une fibre à maintien de polarisation.

Le candidat devra chiffrer le coût d'une sortie fibrée pour chaque laser de ce lot : à 444.0 nm, 458.3 nm et 770.2 nm.

## 4.CONDITIONS GENERALES

### 4.1 Livraison, installation et mise en service

Les prestations de livraison, de déchargement, d'installation, et de mise en service sur le site sont comprises dans le prix global de l'équipement. Elles devront être détaillées dans la proposition et seront assurées en totalité par le titulaire. Ce dernier est réputé connaître les contraintes liées à la livraison.

Le délai maximum de livraison demandé est de 8 mois à compter de la notification.

## 4.2 Formation des utilisateurs

Le titulaire proposera en option une formation destinée aux utilisateurs sur site à l'utilisation et l'entretien des lasers. Le titulaire précisera dans son offre le coût de la formation pour 4 personnes et les frais de déplacements s'il y a lieu.

### **PSE - Prestation supplémentaire éventuelle - n°3**

*En cas d'absence de chiffrage l'offre ne sera pas analysée. L'Université Marie & Louis Pasteur se réserve le droit de retenir ou non ces PSE. Le candidat en sera informé lors de l'attribution du marché.*

**PSE n°3** : coût d'une formation dispensée pour 4 personnes et des frais de déplacements si nécessaire

## 4.3 Garantie, maintenance et consommables associés à l'équipement

### **Garantie**

La garantie initiale sera de 12 mois minimum.

Le titulaire chiffrera en option des extensions de garantie pour aller jusqu'à 24 ou 36 mois de garantie au total :

### **PSE - Prestations supplémentaires éventuelles - n° 4 et 5 :**

*En cas d'absence de chiffrage l'offre ne sera pas analysée. L'Université Marie & Louis Pasteur se réserve le droit de retenir ou non ces PSE. Le candidat en sera informé lors de l'attribution du marché.*

**PSE n°4** : Le candidat devra chiffrer une année de garantie supplémentaire, portant la durée totale de la garantie à 2 ans. Les conditions de cette garantie seront identiques à la garantie de base du matériel.

**PSE n°5** : Le candidat devra chiffrer deux années de garantie supplémentaires.

Durée de la garantie totale : 3 ans. Les conditions de cette garantie seront identiques à la garantie de base du matériel.

### **Maintenance, consommables**

Le titulaire précisera et chiffrera le coût, la nature et la fréquence de remplacement des consommables (diodes lasers notamment).

### **Intervention**

L'offre devra explicitement comprendre les conditions d'intervention en cas de panne avec délais et estimation des coûts afférents.

En cas de panne, le délai d'intervention ne devra pas excéder un mois.

(Cf. annexes 1 et 2)

#### **4.4 Documentation**

Selon la réglementation, l'équipement sera livré avec une notice d'instructions complète rédigée en langue française ou anglaise comprenant en particulier, conformément à la norme NF EN 292-2, les indications relatives à l'équipement de travail, à sa mise en service, à son environnement et à son utilisation ainsi que les indications nécessaires pour la maintenance (plan de la machine, enceinte, moyen de chauffage, accessoires, schémas d'installation électrique, etc.).

### Critères d'évaluation des offres :

Définition des critères et pondération sur 100%	Eléments d'appréciation
<b>Caractéristiques techniques : 45%</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b><u>Puissance fournie :</u></b> <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Minimum 10 mW après isolateur optique.</li> </ul> </li> <li>• <b><u>Qualité spectrale :</u></b> <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Largeur de raie (à court terme) inférieure à 2 MHz (FWHM), de préférence &lt; 1 MHz</li> <li>◦ Accordable sur +/- 1nm et balayage sans saut de mode (minimum 10 GHz) autour des fréquences de repompage de ytterbium à 444.0, 458.3 et 770.2 nm.</li> <li>◦ Mode spatial : monomode transverse, avec M<sup>2</sup> proche de 1.</li> </ul> </li> <li>• <b><u>Fiabilité et contrôle :</u></b> <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Contrôleur numérique bas bruit</li> <li>◦ Contrôle par ordinateur du courant et de la température</li> <li>◦ Stabilisation du laser vis-à-vis des variations extérieures de température et de pression</li> <li>◦ Electronique permettant l'asservissement de la fréquence laser sur une cavité Fabry-Pérot avec une bande passante &gt;50 kHz</li> <li>◦ Asservissement et optimisation de la puissance du laser à distance.</li> <li>◦ Les lasers à 444.0, 458.3 et 770.2 nm seront installés sur la même table optique : contrôles effectués soit par un seul contrôleur commun, soit par un contrôleur laser.</li> </ul> </li> </ul>
<b>Prix : 30%</b>	<p>Le candidat qui proposera l'offre la moins onéreuse obtiendra la note maximale selon la formule suivante : P1=prix le plus bas (30 pts) / P2=prix (P1/P2x30 pts) / P3=prix (P1/P3x30 pts) etc.</p>
<b>Développement durable : 15%</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b><u>Contrôleur :</u></b> Utilisation d'un seul contrôleur pour plusieurs lasers ou utilisation d'un contrôleur déjà présent au laboratoire pour piloter le laser, afin de limiter la consommation électrique, le nombre total d'équipement, et l'encombrement au laboratoire</li> <li>- Durée de disponibilité des pièces pour maintenance (obsolescence de l'appareil).</li> <li>- Gestion des déchets (collecte, tri, évacuation, traçabilité).</li> <li>- Recyclage possible de l'appareil en fin de vie.</li> </ul>
<b>Qualité et coût du SAV : 10%</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Délais d'intervention (1 mois maximum) pendant la période de garantie. Annexes 1 et 2 à compléter.</li> <li>- Disponibilité et coût des pièces de remplacement</li> <li>- Durée de garantie proposée</li> <li>- Etendue de la formation</li> </ul>