

Marché de fourniture

N° PA2026-009

Cahier des clauses techniques particulières (CCTP)

Fourniture d'un laser PIV double impulsion de fréquences intermédiaires

MARCHE EN PROCEDURE ADAPTEE

Passé selon le code de la commande publique

(Articles L.2123-1 et R.2123-1)

ACHETEUR PUBLIC :

Centrale Lille Institut

Cité Scientifique – CS 20048

59650 VILLENEUVE D'ASCQ Cedex

Adresse électronique : marches.publics@centralelille.fr

Date limite des offres : 20 mai 2026 à 10h

Table des matières

Article 1 - Contenu de la prestation.....	3
Article 2 - Dispositions concernant les fournitures	3
2.1 Critères de performance du laser PIV	3
2.2 Options à chiffrer et à inclure en plus de l'offre de base	4
Article 3 - Dispositions concernant le transport, la livraison, l'installation et la réception.....	5
3.1 Dispositions concernant le transport.....	5
3.2 Conditions de livraison et d'enlèvement.....	5
3.3 Contrôle et essais	5
3.4 Modalités de réception.....	5
Article 4 - Garantie.....	5
Article 5 - Délai de livraison souhaité et mise en service	6
Article 6 - Contacts techniques.....	6

Article 1 - Contenu de la prestation

Le présent Cahier des clauses techniques particulières (CCTP) a pour objet la fourniture d'un laser à double cavités pour les mesures de PIV (vélocimétrie par images de particules).

La prestation doit couvrir la fourniture, la livraison, la mise en service et la garantie légale d'au moins 2 ans.

Article 2 - Dispositions concernant les fournitures

2.1 Critères de performance du laser PIV

Le laser à double cavités proposé pour les mesures de PIV (vélocimétrie par images de particules) doit respecter les critères énumérés ci-dessous :

- Fréquence minimale atteignable pour chaque cavité **d'au moins 50 Hz**. Une fréquence plus importante atteignable de chaque cavité (100Hz) serait fortement appréciée et prise en considération dans l'évaluation de l'offre.

- L'énergie **minimale** de chaque cavité doit être de **150 mJ** par impulsion à **532 nm** pour toutes les fréquences **jusque 50 Hz inclus**.

- Plusieurs points de fonctionnement à fréquence fixe sélectionnable : **10, 20, 30, 40 et 50 Hz** à minima ($\pm 0,5\text{Hz}$ par rapport à la fréquence prévue). Pour le point de fonctionnement à **10Hz**, l'énergie de chaque cavité doit pouvoir atteindre **250 mJ à 532 nm, pour les autres, au moins 150 mJ**. Si des fréquences supérieures à 50 Hz sont possibles, une bonification dans l'évaluation de l'offre sera accordée si l'énergie par impulsion **dépasse 50 mJ à 100 Hz**.

- La stabilité impulsion à impulsion doit être meilleure que **3% rms** pour chaque cavité pour la longueur d'onde **532 nm**.

- Durée d'impulsion **< 20 ns**.

- Pour chaque cavité, le temps de jitter doit être inférieur à **1 ns** (c'est-à-dire précision à mieux que 2 ns sur le temps de séparation des 2 faisceaux).

- Déclenchement externe pour chaque cavité du flash et du Qswitch (avec 4 entrées BNC).

- Déclenchement interne possible avec séparation temporelle des lasers réglable entre **0 et 1ms**.

- Pour toutes les fréquences, le **M²** pour la longueur d'onde **532nm** doit être **strictement inférieur à 15 (M² < 15)**, de préférence le même pour toutes les fréquences ou fourni pour chaque fréquence.

- Le diamètre **minimal** à la sortie doit être de **5 mm** et doit être fourni précisément à la livraison du système. Le diamètre de la cavité 2 ne doit pas s'écarter de celui de la 1 de plus de **$\pm 2 \%$** .

- L'origine virtuelle du faisceau doit être à **au moins** (point virtuel où les asymptotes du faisceau se croisent) **6 m** (5 m toléré) par rapport à la sortie de la boîte des lasers (le laser devant être divergeant, ce point est donc à au moins **6 m** virtuellement **avant la sortie** de la boîte des lasers, i.e. -6 m avec **z = 0** la sortie). Les deux cavités doivent avoir la même position d'origine virtuelle à **$\pm 2 \%$** .

- Les deux lasers doivent avoir la même polarité après la recombinaison.

- Le miroir de recombinaison champ lointain doit être accessible et facile à régler **pour la séparation des lasers ou le réglage de la superposition des faisceaux**.

- Le système proposé doit avoir un **atténuateur réglable** intégré à la sortie pour **atténuer les deux lasers** (énergie minimale d'environ **1 à 2 %** (i.e. 1 - 2 mJ par impulsion), maximale de 100 %). L'atténuation doit être réalisée à l'aide d'un miroir polarisé et d'une lame $\lambda/2$ dans une monture rotative avec un réglage facilement accessible sans démontage. Un atténuateur motorisé peut être proposé. Pour un système mécanique, le réglage doit pouvoir passer de **1 à 100% de l'énergie avec 5 tours seulement**.

- Les deux lasers doivent présenter une très bonne stabilité de pointage ($< \pm 50 \mu\text{rad}$) pour toutes les fréquences.

- Les câbles et tuyaux d'eau doivent pouvoir être **déconnectés rapidement à l'arrière des alimentations** (i.e. séparation facile et rapide des connexions des deux têtes avec les alimentations) pour le transport facile du système sur les différents sites du laboratoire ou les différentes salles d'expériences.

- Le système de refroidissement et le système d'alimentation doivent être sur roues avec frein (pas de roue pour la tête du laser).

- Tous les éléments doivent pouvoir être branchés sur des prises indépendantes **standard 220 VAC monophasées**.

- L'entretien normal doit pouvoir être effectué par les utilisateurs du LMFL, c'est-à-dire le remplacement des lampes flash, l'entretien du système de refroidissement et ne doit pas nécessiter trop de réglages optiques par la suite.

- La durée de vie des lampes flash doit être d'au moins **20 000 000 tirs** (80% de l'énergie restante).

- Le système doit être **garantie 2 ans** pièce et main d'œuvre.

- Les plans pdf (ou de préférence en dxf) des différents éléments doivent être fournis dans l'offre.

2.2 Options à chiffrer et à inclure en plus de l'offre de base

- Un **refroidisseur eau-air** (ou un refroidisseur classique eau perdue couplé à un refroidisseur eau-air) doit être proposé **en option** (le système doit pouvoir être branché sur des prises indépendantes standard 220 VAC monophasées, **aucune utilisation d'eau perdue n'est nécessaire dans ce cas**). Le système devra être sur 4 roues avec frein.

- La possibilité d'obtenir 2 ou plusieurs impulsions par cycle de flash sur chaque cavité doit être proposée **en option** pour le point de fonctionnement à **50 Hz** (c'est-à-dire l'extraction de 4 impulsions par cycle avec les deux cavités pour des mesures "shake the box" 4 impulsions développée au DLR ou pour des mesures par PIV à 100 Hz). L'énergie des quatre impulsions doit être réglable et la séparation temporelle dt des impulsions doit être réglable entre **1 μs et 150 μs** sans altérer la qualité du faisceau. Pour cette plage de dt, l'énergie des impulsions doit être supérieure à **50 mJ** (532 nm) avec une bonne stabilité d'une impulsion à l'autre. Enfin, pour cette option d'impulsions multiples, la durée de l'impulsion doit être inférieure à **40ns**. A défaut de pouvoir proposer cette technologie, une alternative permettant d'atteindre 100 Hz directement sur chaque cavité devra être proposée avec minimum **50 mJ** par impulsion en 532 nm.

Article 3 - Dispositions concernant le transport, la livraison, l'installation et la réception

3.1 Dispositions concernant le transport

Le système doit être transporté avec un détecteur d'impacts sur chaque boîte ainsi qu'un détecteur d'angle d'inclinaison.

Les conditions de transport et d'entreposage doivent satisfaire à la réglementation en vigueur. Le transport s'effectue sous la responsabilité du titulaire.

La qualité des emballages sera telle que les articles, jusqu'au moment de leur livraison et / ou installation, seront intégralement protégés des coups, chocs et empoussièrement notamment.

Les produits devront être transportés dans des véhicules équipés de manière à éviter toute altération de la marchandise devant être livrée.

3.2 Conditions de livraison et d'enlèvement

Le système doit être livré à l'adresse suivante : Centrale Lille Institut/LMFL, **Bâtiment M6**, Av Paul Langevin, Cité Scientifique, 59655 Villeneuve d'Ascq Cedex, France.

Les livraisons seront réalisées directement sur le site. Préalablement à la livraison, l'installateur s'assurera que son matériel est complet et qu'il est en état de fonctionnement. Il devra également s'assurer, pour le choix des camions de livraison, des conditions d'accès au lieu de déchargement.

Les dates de livraison devront être prises en accord avec le bénéficiaire. Les appareils seront livrés prêts à raccorder conformément aux exigences et spécificités des installations françaises.

Au déchargement, l'installateur aura la charge de la dépose des matériels.

3.3 Contrôle et essais

Les contrôles effectués au cours ou à la fin des prestations ont pour but de vérifier que l'installation est bien conforme à celle prévue aux spécifications techniques et que son exécution ne présente pas de dispositions contraires aux prescriptions particulières du marché ou aux règles de l'art.

3.4 Modalités de réception

La réception sera réalisée en présence de l'installateur.

La levée des réserves ne pourra avoir lieu que lorsque tous les matériels auront été livrés, raccordés et mis en fonction pour que soit déclaré l'achèvement des prestations.

Les documents des matériels installés devront être remis au plus tard lors de la réception.

Article 4 - Garantie

Le fournisseur doit assurer une garantie d'au moins deux ans (pièces et main d'œuvre) et une assistance sur site. Compte-tenu de la durée de vie attendue de l'appareil qui est largement au-delà des deux ans, toute proposition permettant d'assurer une plus grande longévité de l'appareil, un meilleur traitement des déchets et un moindre impact environnemental sera considérée avec intérêt.

Article 5 - Délai de livraison souhaité et mise en service

Le système doit être livré dans les 6 mois après la notification définitive du marché.

Article 6 - Contacts techniques

Responsables du projet :

Christophe CUVIER

Courriel : christophe.cuvier@centralelille.fr

Pierre Bragança

Courriel : pierre.braganca@centralelille.fr

Jean-Marc FOUCAUT

Courriel : jean-marc.foucaut@centralelille.fr

Le....., à.....,

Pour le représentant habilité du candidat,

Monsieur/Madame.....

Fonctions :.....

Signature :