

CAHIER DES CHARGES FONCTIONNEL DE CONSULTATION

Affaire n° 2026-0059-MES-RUE

Fourniture et services associés d'une caméra rapide

SOMMAIRE

1	PRESENTATION GENERALE.....	3
1.1	OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION	3
1.2	ANNEXES AU CAHIER DES CHARGES	3
2	DÉFINITIONS.....	4
3	EXPRESSION DES BESOINS.....	4
3.1	EXPRESSION FONCTIONNELLE DES BESOINS	4
3.2	NATURE DES ECHANTILLONS/FLUIDES ET CONDITIONS OPERATOIRES	13
4	EXPRESSION DES CONTRAINTES.....	13
4.1	LEGISLATION, REGLEMENTATION, NORMES EN VIGUEUR	13
4.2	MARQUAGE CE.....	13
4.3	SECURITE	13
4.4	INFORMATIQUE - PILOTAGE – LOGICIEL.....	13
4.5	ENVIRONNEMENT D'UTILISATION	14
5	MODALITES DE RECEPTION DE L'ÉQUIPEMENT ET DES PRESTATIONS ASSOCIEES	14
5.1	RECEPTION EN ATELIER/USINE (FAT)	14
5.2	RECEPTION IN SITU (SAT).....	15
6	CONDITIONS LOGISTIQUES.....	15
6.1	PLANNING DE REALISATION ATTENDU	15
6.2	ADRESSE DE LIVRAISON	15
6.3	EMBALLAGE - TRANSPORT - LIVRAISON	16
6.3.1	<i>Emballage - Transport</i>	<i>16</i>
6.3.2	<i>Déchargement – Manutention – Transfert intra site IFPEN.....</i>	<i>16</i>

1 Présentation générale

1.1 Objet et domaine d'application

Objet du marché :

Cette demande répond au besoin d'IFP Energies Nouvelles, dans le cadre de la transition énergétique et de la mobilité durable, d'acquérir une caméra à haute vitesse. L'objectif est d'étudier une large gamme de phénomènes à grande vitesse, notamment la formation de sprays, la combustion et l'écoulement de gaz.

Services associés :

- Support pour la mise en service
- Formation
- SAV

1.2 Annexes au cahier des charges

Documents	Référence	Rév.	version jointe	
			Informatique	Papier
Livret d'écart aux règles d'or	vf		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Memo Sécurité des Entreprises Intervenantes - Lyon		V5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Questionnaire informatique		V2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Procès Verbal			<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

2 Définitions

Equipement	Laser PIV haute fréquence 532nm, double tête
Soumissionnaire	Personne physique ou morale qui soumissionne à la présente consultation.
FAT - Factory Acceptance Test	Réception en atelier/usine
SAT - Site Acceptance Test	Réception in situ, sur le site IFPEN
Titulaire	Titulaire du marché à l'issue de la présente consultation
Indisponibilité	Indisponibilité désigne l'état de l'Equipement soumis à des pannes bloquantes ou semi-bloquantes. La période d'Indisponibilité de l'Equipement démarre lors de la demande d'intervention écrite d'IFPEN faisant suite à un premier échange à distance, et prend fin à la signature du procès-verbal de remise en état de fonctionnement de l'Equipement, signé par les deux Parties
Panne semi-bloquante	Désigne tout dysfonctionnement ne permettant le fonctionnement de l'Equipement que pour une partie de ses fonctionnalités ;
Panne bloquante	Désigne tout dysfonctionnement rendant impossible l'utilisation de la totalité des fonctionnalités de l'Equipement ou de celles jugées essentielles par IFPEN.

3 Expression des besoins

3.1 Expression fonctionnelle des besoins

Dans le tableau qui suit, le niveau de priorité des fonctions attendues est indiqué comme suit :

- **A – Incontournable**

Fonction directement liée aux besoins, elle doit être impérativement assurée (si des valeurs sont indiquées pour détailler le besoin, seules celles présentes dans la colonne « Acceptabilité min/max » sont éliminatoires si elles ne sont pas respectées par l'Equipement.

- **B – Important**

Fonction utile mais pas à n'importe quel prix (pas impératif, mais peut impacter la note. Voir les critères d'attribution dans le Règlement de Consultation).

- **C – Optionnel**

La fonction ne sera retenue que si elle convient techniquement et commercialement à IFPEN (se référer aux PSE dans le Règlement de Consultation)

Caméra rapide				
P	Fonctions attendues	Performances attendues		
			min	max
A	Résolution spatiale	La résolution spatiale de l'image en plein cadre doit être de 0,9 Mpixel.	Min : 0.9Mpixel	
A	Fréquence d'acquisition en plein cadre	La caméra doit permettre une fréquence minimale d'acquisition en plein cadre de 18 kHz (hors mode burst). Des fréquences d'acquisition plus élevées seront évaluées très favorablement.	Min 18 kHz	
A	Temps d'exposition minimal de la caméra	La caméra doit permettre une configuration avec un temps d'exposition très court afin de figer les mouvements rapides. Le temps d'exposition minimal doit être inférieur ou égal à 1,5 μ s. Des valeurs plus faibles seront évaluées favorablement (note technique).	Valeur max accepté 1,5 μ s	
A	Taille des pixels	La taille des pixels du capteur doit être supérieure à 17 μ m.	Min 17 μ m	
A	Gamme spectrale	Le détecteur de la caméra doit fonctionner, au minimum, dans la gamme spectrale visible comprise entre 400 et 800 nm. Une gamme spectrale plus étendue sera évaluée favorablement.	400-800nm	
A	Mémoire interne de la caméra	Il est souhaité que la mémoire interne de la caméra soit de minimum de 64 Go. Des capacités supérieures seront considérées favorablement (note technique).		
A	Vitesse de transfert des fichiers	La technologie de transfert des fichiers doit permettre un transfert rapide des données depuis la mémoire interne de la caméra vers le PC. Des vitesses de		

Dissemination Externe	Reference 2026-0059-MES-RUE	Version 1	Date 03/06/2026	Page 6/16
--------------------------	--------------------------------	--------------	--------------------	--------------

		transfert plus élevées seront évaluées favorablement (note technique).	
B	Compatibilité avec les diagnostics PIV rapides	Le contrôle de la caméra doit permettre des acquisitions couplées à un laser PIV rapide (interframe < 3 μ s). Des valeurs d'interframe plus faibles seront évaluées favorablement (note technique).	
A	Synchronisation et contrôle de la caméra	L'acquisition d'images ou de vidéos doit pouvoir être déclenchée par un signal externe (typiquement TTL – 5 V), avec possibilité de fonctionnement en mode pré-trigger et random reset. Les modes maître et esclave doivent également être disponibles.	Déclenchement par trig externe requis
B	Objectif macro	L'objectif doit être adapté à la gamme spectrale de la caméra et présenter une forte luminosité (faible nombre d'ouverture F/#) ainsi qu'une haute qualité d'image. La focale de l'objectif souhaitée doit être comprise entre 50 mm minimum et 110 mm maximum.	

Management / Software

P	Fonctions attendues	Performances attendues	
			Acceptabilité min max
A	Le PC sera fourni par IFPEN	Le soumissionnaire joindra à son offre le questionnaire informatique IFPEN, préalablement complété, ainsi que, le cas échéant, les spécifications du ou des ordinateurs requis.	
A	Fonctionnalités du logiciel	Le logiciel doit permettre un contrôle complet des fonctions de la caméra et supporter l'acquisition vidéo.	

Dissemination Externe	Reference 2026-0059-MES-RUE	Version 1	Date 03/06/2026	Page 7/16
--------------------------	--------------------------------	--------------	--------------------	--------------

		Le soumissionnaire indiquera la présence éventuelle d'outils d'analyse (non pris en compte dans la notation).	
A	Conditions d'utilisation du logiciel	Idéalement, le logiciel doit être exempt de licence, de dongle ou d'abonnement annuel pour son utilisation. À défaut, une licence complète et perpétuelle pour au moins 3 postes de travail doit être incluse. La licence doit être réutilisable en cas de changement de PC.	Minimum 3 postes de travail.
A	Cycle de vie du logiciel	<p>L'équipement doit être capable de maintenir l'ensemble de ses fonctionnalités telles qu'acquises pendant la durée la plus longue possible, sans nécessiter de mise à jour ou de mise à niveau logicielle majeure payante.</p> <p>Le soumissionnaire s'engage sur une durée de 5 ans. Des durées plus longues seront évaluées favorablement (note commerciale).</p>	Minimum 5 ans sans nécessité de mise à jour ou de mise à niveau payante.
B	Exploitation des fichiers enregistrés	La fourniture de routines Matlab et Python permettant la lecture et le traitement des fichiers image est souhaitée et sera évaluée favorablement	

¹ La DSI d'IFPEN impose l'utilisation de l'antivirus sur tous les postes et s'occupe de son installation. Le produit utilisé par IFPEN est McAfee VirusScan 8.8 et le composant McAfee Agent 4.6. Le Soumissionnaire devra préciser si des incompatibilités sont connues entre cet antivirus et le logiciel (ou applications) proposé et/ou s'il nécessite des optimisations au niveau de son paramétrage pour en réduire son impact.

Dissemination	Reference	Version	Date	Page
Externe	2026-0059-MES-RUE	1	03/06/2026	8/16

Documentation technique			
P	Fonctions attendues	Performances attendues	Acceptabilité
			min max
A	Fourniture des manuels utilisateur et de maintenance à la livraison	<ul style="list-style-type: none"> - Rédigés en français - Une version anglaise devra également être fournie de préférence - Fournis sous format électronique archivable 	

Dissemination	Reference	Version	Date	Page
Externe	2026-0059-MES-RUE	1	03/06/2026	9/16

Prestations associées : mise en service, support, formation

P	Fonctions attendues	Performances attendues	
		min	Acceptabilité max
A	Assistance à la mise en service	Le titulaire du marché sera responsable de la mise en œuvre de l'ensemble des moyens et ressources nécessaires à la mise en service de l'Equipement jusqu'à la confirmation de la réception définitive.	
A	Formation des opérateurs IFPEN	<p>Une formation devra être dispensée à un groupe d'utilisateurs pouvant ne pas avoir d'expérience préalable. La formation devra inclure des sessions pratiques sur les bancs d'essais d'IFPEN.</p> <p>Cette formation a pour objectif de :</p> <ul style="list-style-type: none"> - former les utilisateurs à l'utilisation de l'équipement ; - former les utilisateurs à la réalisation des opérations de maintenance de niveau 1. <p>Le contenu, la durée et le planning de la formation devront être détaillés par le Soumissionnaire.</p>	<p>La formation devra pouvoir accueillir un maximum de 6 utilisateurs</p> <p>La formation devra être réalisée au plus tard dans un délai de 2 semaines après l'assistance à la mise en service.</p>

Dissemination	Reference	Version	Date	Page
Externe	2026-0059-MES-RUE	1	03/06/2026	10/16

Prestations associées : SAV

P	Fonctions attendues	Performances attendues	
		min	max
A	Garantie	<p>Au titre de la garantie, le Titulaire est tenu :</p> <ul style="list-style-type: none"> de maintenir l'Équipement en état de disponibilité, de remplacer l'ensemble des matériels et pièces détachées livrés et reconnus défectueux, de procéder à l'ensemble des actions nécessaires permettant la réparation des dommages et/ou le rétablissement des conditions normales d'utilisation. <p>Couverture : diagnostic, démontage, remplacement et remontage des parties reconnues défectueuses, et tous les frais afférents au déplacement du personnel, à l'emballage et au transport de matériel nécessaires à la remise en état de l'Équipement.</p> <p>Pendant la période de garantie, le Soumissionnaire est invité à s'engager sur tout ou partie des éléments suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> Durée de la période de garantie (si la seconde année de garantie n'est pas incluse dans l'offre, le Soumissionnaire indique son prix pour une extension d'un an en PSE) Délai de réponse assistance téléphonique : Délai d'intervention sur site : Délai de livraison des pièces : Nombre maximum de jours d'Indisponibilité par an : Compensation en cas de non-respect des engagements 	<p>Durée : 12 mois minimum à compter de la date de réception qualitative, sans réserve, de l'Équipement</p>
A	Maintenance : ressources, transparence	<p>Le Soumissionnaire doit indiquer dans son offre :</p> <p>Organisation, ressources humaines et matérielles, expérience du SAV,</p> <ul style="list-style-type: none"> Protocole de maintenance préventive 	

Dissemination	Reference	Version	Date	Page
Externe	2026-0059-MES-RUE	1	03/06/2026	11/16

		<ul style="list-style-type: none"> Identification dans cette liste des pièces de maintenance de niveau 1 <p>La maintenance de premier niveau devra pouvoir être réalisée par le personnel IFPEN formé à cet effet</p>	
C	Contrat de maintenance (option)	<p>Le Soumissionnaire peut fournir une offre pour les contrats suivants (voir grille excel DPGF)</p> <p>Option 1 (PSE) : maintenance préventive annuelle complétée des :</p> <ul style="list-style-type: none"> Coûts hors forfaits <p>Option 2 (PSE) : maintenance tout inclus (1 visite préventive par an et visites curatives illimitées dont pièces)</p> <p>Pour les options 1 et 2, le Soumissionnaire est invité à s'engager sur les éléments suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> Délai de réponse assistance à distance Délai de communication des devis après diagnostic à distance ou sur site Délai d'intervention sur site Délai d'approvisionnement des pièces détachées Nombre de jours maximum d'Indisponibilité Compensation en cas de non-respect des engagements, ou pénalités de retard 	

Dissemination	Reference	Version	Date	Page
Externe	2026-0059-MES-RUE	1	03/06/2026	12/16

Responsabilité Sociétale des Entreprises			
P	Fonctions attendues	Performances attendues	Acceptabilité min max
A	Durée de vie et position de l'Équipement dans son cycle d'obsolescence	<p>Le Soumissionnaire devra indiquer :</p> <ul style="list-style-type: none"> - La durée de vie moyenne estimée de l'Équipement et ses composants principaux si présents dans la solution technique, sa position dans son cycle de vie (début/fin de commercialisation estimée ou connue) ainsi que sa durée de vie estimée - Un engagement plus long sur la durée de disponibilité des pièces ainsi que la réparabilité de l'Équipement sera noté favorablement 	<p>Disponibilité des pièces détachées et consommables :</p> <p>Minimum 10 ans à compter de la date de fin de validité de l'offre</p> <p>Capacité humaine, technique et matérielle à assurer la maintenance de l'Équipement</p> <p>Min 10 ans à compter de la date de fin de validité de l'offre</p>
B	Ecoconception	Le Soumissionnaire fournit l'analyse du cycle de vie (ACV) de l'Équipement, avec les éventuelles normes/labels/documentation associés (ex : ISO 14040, 14044...), en mettant l'accent sur la méthodologie employée et la qualité de réponse.	
B	Engagement social	<p>Le Soumissionnaire indique le nombre et le taux d'effectifs employé dans la conception et/ou production et/ou service après-vente de l'Équipement objet du marché, correspondant aux profils éligibles aux actions d'insertion professionnelle, listés à l'article 16 du lien ci-dessous :</p> <p>https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000043310341</p> <p>Le Soumissionnaire fournit les intitulés de postes concernés</p>	

3.2 Nature des échantillons/fluides et conditions opératoires

Sans objet.

4 Expression des contraintes

4.1 Législation, réglementation, normes en vigueur

L'Equipement fourni et les prestations assurées par le titulaire devront respecter la réglementation en vigueur.

4.2 Marquage CE

Conformément aux textes règlementaires, l'Equipement livré doit être muni du marquage CE et livré avec une attestation de conformité CE.

4.3 Sécurité

La Sécurité est une préoccupation permanente de la Direction générale d'IFP Energies nouvelles. Le personnel appelé à travailler sur les sites d'IFP Energies nouvelles devra se conformer aux consignes définies dans les documents suivants :

- Mémo Sécurité des Entreprises Extérieures
- Ecart aux Règles d'Or

4.4 Informatique - Pilotage – Logiciel

Lorsqu'une configuration informatique (matériel, logiciel) est proposée avec l'Equipement, les contraintes relatives à la configuration informatique ainsi que les documents à fournir sont précisées dans le fichier Excel en annexe au cahier des charges. En particulier :

- Le matériel informatique est acheté séparément par IFPEN, suivant les préconisations indiquées dans l'offre du Soumissionnaire : (configuration Windows 11 Pro ou Windows 11 IoT Entreprise LTSC).

- Logiciels

Les sources (média ou lien de téléchargement) d'installation et la documentation associée devront être livrées avec les logiciels.

Les logiciels à caractère bureautique (MS Office) peuvent être livrés et installés par la DSI d'IFPEN.

- Licences

Les licences devront faire l'objet d'une fourniture de certificat de licences accompagnées du CLUF (Contrat Licence Utilisateur Final) et mentionner la durée de validité de la licence et toutes autres contraintes d'utilisation.

- Sécurisation du poste de travail :

La DSI d'IFPEN impose l'utilisation de l'antivirus sur tous les postes et s'occupe de son installation. Le produit utilisé par IFPEN est McAfee VirusScan 8.8 et le composant McAfee Agent 4.6. Le Soumissionnaire devra préciser si des incompatibilités sont connues entre cet antivirus et le logiciel (ou applications) proposé et/ou s'il nécessite des optimisations au niveau de son paramétrage pour en réduire son impact.

4.5 Environnement d'utilisation

L'Équipement sera installé dans un environnement dont les paramètres extérieurs sont les suivants :

Sans objet.

Le Soumissionnaire a la responsabilité de préciser à IFP Energies nouvelles les contraintes liées à l'environnement et relatives à l'utilisation de l'Équipement dans les conditions normales d'utilisation et de maintenance. En particulier :

- les utilités nécessaires au fonctionnement de l'Équipement :
 - voltage et puissances électriques nécessaires,
 - nature des fluides et pressions de réseau nécessaires.
- les précautions d'utilisation,
- les protections nécessaires.

5 Modalités de réception de l'Équipement et des prestations associées

5.1 Réception en atelier/usine (FAT)

Cette étape doit permettre à l'IFPEN de constater les progrès réalisés sur la conception de l'Équipement et sa conformité aux caractéristiques, fonctions et performances décrites dans le Cahier des Charges Fonctionnel. Les tests à réaliser sont décrits ci-dessous, et les résultats doivent être communiqués avant la livraison :

Tests	Fonctions testées	Performances attendues	Conditions d'acceptation
Test n°1	Précision de la fréquence d'acquisition de la caméra		Fourniture d'un certificat attestant que la précision de la fréquence d'acquisition de la caméra est conforme aux spécifications de performances techniques annoncées.
Test n° 2	Linéarité de la réponse en intensité de la caméra		Fourniture d'un certificat attestant de la relation entre la réponse de la caméra et l'intensité lumineuse, cette relation étant attendue comme linéaire.

5.2 Réception in situ (SAT)

Ces tests de SAT sont à réaliser sur site IFPEN en accord avec les conditions opératoires ci-dessous :

Tests	Fonctions testées	Performances attendues	Conditions d'acceptation
Test n°1	Contrôle de la caméra – communication caméra/logiciel	Le logiciel doit permettre le contrôle de l'ensemble des fonctionnalités disponibles de la caméra	L'ensemble des fonctionnalités disponibles de la caméra est correctement piloté par le logiciel notamment : <ul style="list-style-type: none"> • possibilité de modifier la fréquence d'acquisition ; • possibilité de modifier la taille des images.
Test n°2	Enregistrement des fichiers – performances d'enregistrement	Le logiciel doit permettre l'enregistrement correct des images dans les différents formats proposés par le Titulaire du marché.	Les fichiers sont correctement enregistrés et exploitables.

IFPEN s'engage à réaliser les tests SAT sous 2 mois après la formation.

La réception définitive est prononcée après signature par IFP Energies nouvelles du Procès-Verbal de réception.

La réception telle que définie ci-dessus entraîne le début de la période de garantie.

6 Conditions Logistiques

6.1 Planning de réalisation attendu

Délai de livraison et de mise en service (impératif) : 16 semaines au plus tard, à date de notification du marché.

6.2 Adresse de livraison

IFP Energies nouvelles, 1 - 4 Avenue de Bois Préau, 92500 Rueil-Malmaison, France

6.3 Emballage - Transport - Livraison

6.3.1 Emballage - Transport

Le Titulaire prend à sa charge :

- l'emballage adéquat de l'Equipement et de ses accessoires, nécessaire à son transport, Le Titulaire demeure responsable du mauvais conditionnement ou de l'insuffisance des emballages nécessaires au transport de l'Equipement.
- le transport de l'Equipement et de ses accessoires, depuis ses ateliers jusqu'au lieu de livraison indiqué sur la commande.

6.3.2 Déchargement – Manutention – Transfert intra site IFPEN

Dès lors que le Titulaire est en charge de l'installation de l'Equipement, ainsi que dans les cas de conditions particulières de chargement, déchargement ou manutention, celui-ci devra assurer :

- la livraison de l'Equipement sur son lieu d'utilisation, la personne assurant la livraison devra au préalable se présenter au service Réception et remettre le bordereau de livraison,
- les opérations de déballage de l'Equipement.