



IMT Mines Albi
École Mines-Télécom

<p>CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIÈRES (C.C.T.P.)</p>
--

**ACHAT, LIVRAISON, INSTALLATION ET MISE EN SERVICE
D'UN INSTRUMENT MESURANT LA TAILLE ET LA FORME DE
GOUTTES PAR OMBROSCOPIE AU SEIN D'UN SPRAY**

Marché à procédure adaptée
(article R.2123-1 du Code de la commande publique)

Référence interne de la consultation : 2025ALB005M

1. PRESENTATION

Le centre RAPSODEE mène des recherches dans les domaines de l'énergie, de l'environnement et du génie particulaire. Il dispose de nombreuses techniques analytiques ainsi que des moyens de production de gouttes de tailles différentes, notamment plusieurs atomiseurs pour des applications de séchage par atomisation.

La compréhension des phénomènes présent dans le séchage par atomisation est un axe important de notre activité de recherche et développement. La mesure de la taille et de la forme des gouttes d'un spray sortant d'une buse doit être réalisée au plus proche des conditions d'atomisation de nos atomiseurs. Pour se faire, nous développons une cabine d'analyse de sprays liquides provenant des buses de nos atomiseurs.

Un appareil mesurant la taille et la forme des gouttes d'une buse d'atomisation industrielle par la technique de l'ombroscopie est donc recherché dans cette consultation.

2. OBJET DE LA CONSULTATION

Le présent cahier des charges concerne la fourniture, la livraison, l'installation et la mise en service d'un appareil permettant de mesurer la taille et la forme de gouttes par ombroscopie.

Cet appareil sera intégré à un banc de mesure permettant d'étudier hors atomiseur une buse d'atomisation. Afin d'obtenir des mesures en temps réel, rapides et avec une résolution optimale, la technique de l'ombroscopie est recherchée. Des mesures seront réalisées à différentes distances entre point de visualisation et sortie de buse. La buse pourra être de type monofluide, bi-fluide (eau+air) et trifluide (eau+autre liquide+air), pour des débits d'atomisation de l'ordre de 1kg/h à 10 kg/h et des pressions d'air de 1 à 6 bars.

3. CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

L'appareil recherché devra répondre aux exigences suivantes :

- La technique de l'ombroscopie nécessite une source laser et une caméra. Ces deux éléments seront fournis dans l'offre.
- Une caméra compatible avec le standard USB3 avec une résolution de l'ordre de 5Mp est recherchée. L'offre précisera les dimensions, le poids, la résolution et le type d'images obtenues (monochrome ou couleurs). Cette caméra sera fournie avec un objectif permettant l'observation d'une zone de dimensions minimales de l'ordre de 3 mm*3mm. Ce champ de vue sera précisé dans l'offre. Les objets observés ont une taille de quelques microns (1 à 50 microns), l'offre précisera les zooms fournis pour une visualisation de cet ordre granulométrique.
- La caméra devra pouvoir aussi observer la pulvérisation dans son ensemble ; l'offre présentera un dispositif facilement adaptable à la caméra permettant une observation plus globale du jet. Idéalement, la zone d'observation pourra ainsi passer d'environ

3mm *3mm à au moins 20mm*20mm. L'offre précisera cette possibilité en gardant une distance d'observation éléments-camera de l'ordre de 50 cm. Si des éléments complémentaires (mécanique, électrique, optique, commande, étalonnage...) sont nécessaires, l'offre précisera ces éléments et leurs coûts. L'offre indiquera la résolution de l'observation et toute information sur les possibilités de la caméra.

- Un laser pulsé permettra de figer l'image toutes les 10 nanosecondes. L'offre précisera cette possibilité ainsi que la classe du laser, sa puissance, sa longueur d'onde, son poids et ses dimensions. Si le fonctionnement du laser nécessite des dispositifs annexes (refroidissement par fluide, alimentation électrique triphasée...), l'offre détaillera ces besoins. Des moyens de sécurité tels que 3 paires de lunettes de sécurité laser à la longueur d'onde de travail seront présentés dans l'offre. L'offre précisera en outre s'il est possible d'obtenir d'autres caractéristiques des éléments observés (vitesse, concentration, turbidité...) avec ce laser pulsé et dans quelles conditions.
- Afin d'assurer un bon alignement du laser et de la caméra, un système permettant le maintien de l'ensemble caméra+laser sera fourni dans l'offre. L'écart envisagé entre le laser et la caméra sera de l'ordre 1m avec des éléments à observer à environ 50cm du laser et de la caméra. L'offre précisera les distances minimales et maximales à respecter pour une bonne mesure et si les observations peuvent être réalisées au travers d'une plaque de plexi, ou si une fenêtre de visualisation est nécessaire.
- Un système de déplacement latéral sera présenté : afin d'explorer l'intégralité du jet sortant de la buse, l'offre précisera la possibilité d'avoir un système permettant le déplacement en hauteur de l'ensemble caméra-laser. L'objectif est de pouvoir mesurer la taille/forme des gouttes en sortie de buse jusqu'à environ 20cm plus bas que la sortie de buse. L'offre détaillera la possibilité de déplacer aisement l'ensemble, par le logiciel du pc par exemple ou par un dispositif annexe. L'incrémentation minimale et maximale du pas de déplacement sera précisée ainsi que la distance de déplacement maximale.
- L'ensemble caméra+laser sera piloté par PC. L'offre précisera si le pc est fourni et détaillera les principales caractéristiques de cet élément (version, mémoire...). Plus généralement, il sera indiqué la possibilité d'exporter les résultats selon un format classique (pdf, xls, ...). Le logiciel fourni permettra un pilotage de l'acquisition de la mesure : l'offre précisera le nombre de mesures possibles, s'il est possible de séquencer l'acquisition dans le temps. Concernant la taille et la forme, le logiciel devra fournir des résultats granulométriques tels que diamètres des objets observés, forme ou indice de forme, écarts L'offre détaillera précisément les résultats possibles avec ce logiciel (type de diamètre, type d'indice de forme, images...) ; un exemple de résultats et du logiciel serait un plus dans l'évaluation des offres. Le PC ou un dispositif annexe assurera la synchronisation du fonctionnement caméra-laser : l'offre détaillera ce point important.

- L'offre indiquera les moyens prévus pour assurer la fiabilité des mesures (étalonnage, calibration usine...) et tout dispositif permettant d'assurer ce point important. L'offre devra préciser si les méthodes d'analyse d'image pour obtenir la granulométrie sont fournies (techniques de seuillage, d'ouverture/fermeture, et méthode de calcul pour les gouttes non sphériques).
- Afin d'évaluer au mieux la réponse technique de l'appareillage proposé à nos besoins, il pourra être demandé une démonstration. Cette démonstration pourra être réalisée dans les locaux d'IMT Albi ou par visio-conférence.
- L'offre indiquera s'il y a des pièces de rechange prévues dans l'offre hors option.

Il est demandé aux candidats de répondre aux prestations supplémentaires éventuelles suivantes : le candidat doit indiquer dans l'offre l'existence ou non de cette P.S.E., et son coût détaillé et non inclus dans l'offre de base. Ces P.S.E. peuvent ne pas être retenues dans l'achat final. Ces P.S.E. sont :

- 1 : dispositif annexe permettant de mesurer la vitesse des éléments observés : l'offre précisera les modalités d'obtention des vitesses des gouttes et une plage de vitesse possible avec l'appareillage. Les dimensions de la zone d'observation seront précisées ainsi que la résolution.
- 2 : la possibilité d'utiliser des grossissements optiques différents de ceux déjà demandés précédemment, facilement adaptables. L'offre précisera si les réglages sont automatiques par le pc ou manuel ainsi que le coût de ces options. Les grossissements, les distances de travail et toutes autres informations à ce sujet seront précisés.
- 3 : les possibilités autorisées avec le matériel proposé seront présentées dans l'offre ; il est attendu des possibilités en lien avec la granulométrie, la vitesse des éléments, la forme des éléments ainsi que le champ d'observation.

- RAPSODEE est sensible aux notions de développement durable : certifications et politique d'entreprise dans ce domaine seraient perçues positivement. Notre établissement s'est de plus inscrit dans une démarche qualité. Toutes certifications liées à l'appareillage ou au fournisseur seront appréciées dans l'évaluation des offres.

Prise en main de l'appareillage :

L'offre devra inclure la livraison, l'installation, la mise en service ainsi que la formation à IMT Mines Albi pour 3 personnes. La formation permettra d'utiliser fiablement l'appareillage (savoir piloter le dispositif, réaliser une mesure, exploiter les résultats), de le nettoyer correctement et de l'étalonner au besoin.

Les prestations de livraison et de mise en service sont placées sous la responsabilité du titulaire et incluses dans le prix de l'équipement. Elles devront être détaillées dans la proposition et seront assurées en totalité par le titulaire. Les contraintes notamment liées à la présence d'un laser seront évoquées.

L'équipement sera livré à l'adresse suivante :

IMT Mines Albi
CENTRE RAPSODEE, UMR CNRS 5302
A l'attention de M. P. ACCART
Campus Jarlard/route de Teillet
81000 ALBI

4. GARANTIE ET MAINTENANCE

L'offre précisera les besoins en maintenance ainsi que le coût des principaux éléments à changer périodiquement. Le candidat précisera dans son offre l'étendue et le délai de garantie qu'il propose. Cette garantie doit être au minimum équivalente à 24 mois (déplacement compris). L'offre précisera la durée de disponibilité des différentes pièces de rechange de l'appareillage.

5. INSTALLATION – CONDITIONS D'INTERVENTION

L'installation, la mise en service, ainsi que les interventions ultérieures effectuées seront réalisées dans le respect des procédures définies dans le décret 92-158 du 20 février 1992 relatif aux travaux effectués dans un établissement par une entreprise extérieure. D'autre part, les règles de sécurité propres à IMT Mines Albi s'appliquent au personnel du titulaire qui sera amené à y intervenir.

L'offre précisera les délais de livraison. Ces délais ne pourront dépasser 4 mois à compter de la notification du marché.

L'offre détaillera la puissance électrique nécessaire, l'ampérage et la tension d'alimentation.

6. DOCUMENTATION

Selon la réglementation, l'équipement sera livré avec une notice d'instructions complète rédigée obligatoirement en langue française 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.

Cette documentation technique sera proposée sous format informatique PDF. Cette documentation présentera a minima : le descriptif de l'achat visé, le mode opératoire pour la mesure et le nettoyage de l'appareil.