



**RÉGION
SUD**
PROVENCE
ALPES
CÔTE D'AZUR



DESCRIPTIF TECHNIQUE PARTICULIER

MARCHE N°2021/ CDC 02 OLED

Cahier des Charges
PROCÉDURE ADAPTÉE N° 2021-06-29

« Achat d'un évaporateur thermique sous vide intégré en boîte à gants pour fabrication d'OLED »



**RÉGION
SUD**
PROVENCE
ALPES
CÔTE D'AZUR



UIMM
Provence Alpes Côte d'Azur
LA FABRIQUE
DE L'AVENIR

TABLE DES MATIÈRES

1	RÈGLEMENT DE LA CONSULTATION	3
1.1	Identification de l'acheteur	3
1.2	Lieux d'exécution du marché	3
1.3	Durée du marché	3
1.4	Date et heure limites de remise des offres	3
1.5	Conditions d'envoi ou de remise des plis	3
1.6	Sélection des prestataires	4
1.7	Informations diverses	5
2	DESCRIPTIF TECHNIQUE DE LA CONSULTATION	6
2.1	Objet	6
2.2	Caractéristiques de l'équipement	6
2.3	Composition de l'offre	8
2.4	Formation	8
2.4.1	Caractéristiques du parcours de formation	8
2.4.2	Lieu de la formation	9
2.5	Compléments de prestation	9
2.6	Mémoire technique	9
2.7	Textes réglementaires et sécurité	9
2.8	Documentation et livrables	10



**RÉGION
SUD**
PROVENCE
ALPES
CÔTE D'AZUR



1 RÈGLEMENT DE LA CONSULTATION

1.1 IDENTIFICATION DE L'ACHETEUR

Le Centre de Formation et d'Apprentissage des Industries d'Istres, représenté par son Directeur – DOS SANTOS Jean Pierre

CFAI PROVENCE

8 Chemin de Capeau, 13800 Istres

Téléphone : 04 42 11 44 00

Le CFAI Provence a pour mission la formation d'apprentis et de salariés d'entreprise pour le secteur industriel.

Dans le cadre du financement public national et régional dans le cadre du Programme d'Investissement d'Avenir, la structure réalise ses achats en appliquant les règles de transparence de mise en concurrence exigée par les financeurs publics ; des potentiels fournisseurs, à travers un cahier des charges décrivant le besoin d'achat.

1.2 LIEUX D'EXECUTION DU MARCHÉ

Campus de l'Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne à Gardanne (ci-après appelé EMSE).

1.3 DUREE DU MARCHÉ

Le présent cahier des charges est valable uniquement pour la commande du besoin défini ci-après.

1.4 DATE ET HEURE LIMITES DE REMISE DES OFFRES

La date et l'heure limite de réception des offres est fixée au : 16 Aout à 16h

1.5 CONDITIONS D'ENVOI OU DE REMISE DES PLIS

Le candidat peut remettre son offre soit :

- *En mains propres au CFAI ISTRES – Accueil*
-

A l'attention de Emmanuel CAUDRELIER
8 chemin de Capeau
13800 Istres

De 9H à 12H et de 14H à 17H

L'enveloppe extérieure comportera les mentions suivantes :



**RÉGION
SUD**
PROVENCE
ALPES
CÔTE D'AZUR



« *Nom de l'entreprise candidate* »
« NE PAS OUVRIR avant le 16 aout à 16h»

Consultation 2021/ cdc 02 oled: « [Achat d'un évaporateur thermique sous vide intégré en boîte à gants pour fabrication d'OLED](#) »

Les plis sont remis contre récépissé. Les dossiers qui parviendraient après la date et l'heure limites fixées au cahier des charges ainsi que ceux parvenus sous enveloppe non cachetée ne seront pas retenus et seront remis à leur auteur.

- *Par courrier :*

Les plis sont envoyés en recommandé à l'adresse suivante :

A l'attention : Emmanuel CAUDRELIER
CFAI ISTRES
8 chemin de Capeau
13800 Istres

L'enveloppe extérieure comportera les mentions suivantes :

« *Nom de l'entreprise candidate* »
« NE PAS OUVRIR le 16 aout à 16h»

Consultation N° 2021/ cdc 02 oled: [Achat d'un évaporateur thermique sous vide intégré en boîte à gants pour fabrication d'OLED](#)

Les dossiers doivent impérativement **être réceptionnés** avant la date limite et l'heure fixée au cahier des charges. Ceux qui parviendraient après ainsi que ceux parvenus sous enveloppe non cachetée ne seront pas retenus.

- *Dépôt électronique d'offres :*

La seule remise des offres dématérialisées n'est pas autorisée. Une copie numérique est néanmoins souhaitée par l'acheteur en complément de l'offre papier. Le candidat enverra la copie à l'adresse suivante : caudrelier@cfaiprovence.com

1.6 SELECTION DES PRESTATAIRES

Après analyse du dossier des candidats, le CFAI d'Istres choisira l'offre jugée économiquement la plus avantageuse, en tenant compte des critères suivants :

- **Critère 1 : Prix**
- La sélection du prestataire sera réalisée par le CFAI ISTRES. Un bon de commande sera envoyé au fournisseur avec une date prévisionnelle de livraison des achats au **31-12 2021**.



**RÉGION
SUD**
PROVENCE
ALPES
CÔTE D'AZUR



1.7 INFORMATIONS DIVERSES

- Le financement du CFAI d'ISTRES sur le volet « I-Novmicro » du projet PIA « Campus des métiers et des qualifications de l'industrie du futur en Région Provence-Alpes-Côte d'Azur » est réalisé en partie par des aides publiques régionales et nationales par la Caisse des Dépôts et de Consignation et le Conseil Régional de Provence Alpes Côte d'Azur
- L'acheteur conclura le marché dans l'unité monétaire suivante : euro(s).
- Les propositions doivent être rédigées en langue française
- Les variantes ne sont pas autorisées
- Le délai de validité des offres remises est de 30 jours

La participation à cette consultation vaut acceptation sans restriction du présent cahier des charges.



2 DESCRIPTIF TECHNIQUE DE LA CONSULTATION

2.1 OBJET

Pour l'aménagement de la salle blanche à vocation pédagogique de son campus Georges Charpak à Gardanne (Bouches-du-Rhône), l'École Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne (EMSE) doit équiper celle-ci d'un dispositif de fabrication d'OLEDs (diodes organiques électroluminescentes).

Le présent cahier des charges définit les spécifications techniques particulières d'un équipement de dépôt de matériaux moléculaires et métalliques par évaporation thermique sous vide, intégré dans une boîte à gants sous atmosphère inerte d'azote.

2.2 CARACTERISTIQUES DE L'EQUIPEMENT

La machine sera une seule entité permettant l'enchaînement de dépôts en couche mince par évaporation thermique sous vide, sans remise à l'air atmosphérique ambiant entre les différents dépôts (jusqu'à 8 couches successives). La réalisation des motifs des couches se fera par changement de masques d'ombrage dans l'enceinte, sous atmosphère inerte d'azote, afin d'éviter l'oxydation des couches de matériaux pi-conjugués composant l'empilement fonctionnel d'une OLED. Le bâti d'évaporation thermique sous vide sera intégré dans une boîte à gants sous atmosphère contrôlée en oxygène (< 1 ppm) et en humidité H₂O (< 1 ppm). Le fournisseur devra proposer l'ensemble de la solution technique (évaporateur et boîte à gants).

Boite à gants

La boîte à gants aura une dimension extérieure (portes ouvertes, sas et gants inclus) maximale de 3 m de largeur, 2 m de hauteur et 2 m de profondeur, pour être placée et utilisée dans la salle blanche pédagogique. Les dimensions internes maximales de la boîte à gants seront typiquement de 1,5 m (largeur) x 1 m (profondeur) x 1 m (hauteur). Celle-ci sera équipée d'un système à purificateur de gaz (une colonne filtre à circulation automatisée) et d'une ventilation contrôlée. Une boîte de contrôle automatique en pression sera disposée sur la boîte à gants ainsi qu'une boîte de purge. Tous les capteurs et contrôleurs permettant de réguler le taux d'oxygène (< 1 ppm) et d'humidité (< 1 ppm) seront inclus et gérés en mode semi-automatique ou automatique par des électrovannes pneumatiques. La boîte à gants devra pouvoir fonctionner avec des gaz inertes de type azote (N₂).

Le contrôle se fera par une interface à écran tactile (IHM). Les principales fonctions de contrôle pourront être réalisées en mode semi-automatisé pour éviter de mauvaises manipulations par les étudiants. Un contrôle d'épaisseur spécifique pour la co-évaporation (minimum 4 canaux) sera accessible et contrôlé par l'IHM, piloté par un ordinateur avec un système d'exploitation Windows de Microsoft faisant partie intégrante de l'équipement.

La boîte à gants disposera de 2 sas de tailles différentes pour l'entrée/ sortie d'échantillons et de petits matériels. Elle sera équipée de passages étanches pour câbles électriques, alimentations PC, DN40, soufflette à azote.... Plusieurs passages étanches devront être disponibles pour d'autres utilisations futures. Pour une utilisation complète et suivant les



dimensions requises pour son entrée en salle blanche, la boîte à gants comportera 3 gants (diamètre 220 mm mini, en butyl) pour manipulations. La boîte à gants disposera sur l'arrière d'une porte permettant d'accéder directement à l'intérieur de l'enceinte sous vide afin d'y réaliser les opérations de maintenance. L'enceinte de l'évaporateur sera intégrée ou encastrée dans la boîte à gants, qui ne pourra pas être séparée de l'enceinte. Un mode économique de fonctionnement du système (pompage, blower, régulation de pression, ...) sera proposé.

Évaporateur thermique sous vide

Les dimensions de l'évaporateur thermique sous vide ne devront pas dépasser celles de la boîte à gants. Les dimensions maximales souhaitées de l'enceinte thermique sous vide sont 500 x 500 x 500 mm (largeur x profondeur x hauteur).

Les échantillons à traiter auront des diamètres de 100 mm ou seront des carrés de côté 100 mm, mis en rotation lors des dépôts. Le matériau et l'épaisseur de l'enceinte seront compatibles avec des conditions de vide poussé. L'enceinte devra avoir 2 portes d'accès : une interne à la boîte à gants pour transférer échantillons et matériaux à déposer, et une autre, à communication externe à la boîte à gants, pour les opérations de maintenance.

L'équipement disposera d'un porte-échantillon rotatif (30 rpm max) avec un porte-substrat carré 100 mm x 100 mm, pour des épaisseurs allant de 0,5 à 2,5 mm. Il sera livré avec les masques par ombrage adaptés en épaisseur et dimensions pour les substrats cités ci-dessus. L'EMSE fournira le fichier de conception (type *.dxf) pour que le fournisseur sélectionné réalise les masques avec les motifs désirés. Le porte échantillon sera équipé d'un volet « shutter » rotatif à actuateur électropneumatique.

L'enceinte intérieure (parois et portes) sera recouverte de panneaux interchangeables pour les opérations de maintenance et de nettoyage. Les gants seront disposés de manière à pouvoir entrer les bras jusqu'au fond de l'enceinte thermique sous vide et pouvoir réaliser toutes les manipulations nécessaires (chargement des matériaux, échantillons, masques par ombrage, ...).

L'enceinte thermique sous vide incorporera au minimum :

- 4 sources (2 creusets de 2 cm³ et 2 creusets de 4 cm³ en alumine) régulées en température pour sublimation de matériaux moléculaires en poudre, permettant de travailler entre 50 et 800°C, équipés de thermocouples offrant une précision de +/- 0,1 °C, avec une régulation par P-I-D, un dispositif de refroidissement par eau et de régulation d'épaisseur par volet rotatif
- 2 sources céramiques pour métaux (aluminium, argent, or, chrome typiquement), avec des creusets conducteurs permettant de travailler à une température maximum de 1700 °C, un dispositif de refroidissement par eau et de régulation d'épaisseur par volet rotatif.

Ces sources seront regroupées à la base de l'enceinte en 4 pôles d'évaporation séparés par des panneaux de protection pour éviter une contamination croisée. Le 4ème pôle sera laissé disponible pour utilisation ultérieure. Chaque pôle sera équipé de son propre dispositif à quartz, isolé des autres pôles pour mesurer indépendamment les vitesses d'évaporation et maîtriser une co-évaporation.

Un pôle comprendra les 2 creusets de 2 cm³ max, un autre les 2 creusets de 4 cm³ max et un dernier les 2 sources métalliques. L'ensemble disposera au minimum de 3 systèmes de mesure et de contrôle de type « microbalance à quartz » avec leurs systèmes d'alimentation et de



**RÉGION
SUD**
PROVENCE
ALPES
CÔTE D'AZUR



régulation en température, posés sur tige métallique stable pour assurer la reproductibilité des mesures (« tooling factor » stabilisé).

Le contrôleur des dépôts en couches minces sera intégré mécaniquement à la boîte à gants et piloté informatiquement afin d'avoir un contrôle précis de la vitesse d'évaporation (vitesse de lecture 1 Angstroms/s maximale) et de l'épaisseur pour chaque source de l'enceinte thermique. Le contrôleur pilotera un minimum de 4 sources avec une communication par port RS232 ou USB. Le contrôleur de dépôts permettra la réalisation de 4 films en co-évaporation avec un dopage contrôlé. Le moniteur permettra d'enregistrer des séquences automatisées jusqu'à 100 procédés, 1000 couches, 50 films minces.

Groupe de pompage sous vide

Le système de pompage sera adapté pour atteindre un vide de 10^{-6} mbars en 45 minutes, pour les besoins pédagogiques. Ce système de pompage incorporera les jauges adaptées pour la mesure du vide. La pompe primaire devra être déportée et prendre place dans le faux-plancher de la salle blanche de microélectronique. Le contrôle du système de pompage de l'enceinte sous vide possèdera des séquences semi-automatisées, accessibles par écran tactile. Le système de contrôle de pompage sera régulé par le dispositif de contrôle du taux d'humidité et d'oxygène de la boîte à gants et le contrôleur de vitesse de dépôt.

2.3 COMPOSITION DE L'OFFRE

La machine pour la fabrication d'OLEDs devra être fournie par défaut avec l'ensemble des programmes permettant de mettre au point les procédés de fabrication à destinées pédagogiques, ainsi que les manuels détaillant les logiciels et les manuels correspondant.

Les notices d'installation et d'utilisation de la machine, ainsi celles relatives aux protocoles de communication seront disponibles en langue française.

Une formation à l'utilisation de l'équipement fera partie de l'offre, selon les modalités décrites dans le paragraphe 2.4.

Le fournisseur proposera un service de support technique pouvant intervenir dans la journée sur le site du CMP à Gardanne.

2.4 FORMATION

2.4.1 CARACTERISTIQUES DU PARCOURS DE FORMATION

Le parcours de formation permettra d'acquérir les connaissances nécessaires à la compréhension, à la prise en main et à la mise en œuvre de la machine et des technologies attenantes dans le cadre d'actions de formation, de dépannage et de maintenance et ce, en toute autonomie.

Pour permettre pleinement d'exploiter et d'entretenir l'équipement, le parcours de formation à son utilisation et à sa maintenance sera dispensé sur le site d'installation pour un maximum de 4 personnes. Il devra obligatoirement aborder les thèmes suivants :

- Présentation générale et prise en main de l'équipement



**RÉGION
SUD**
PROVENCE
ALPES
CÔTE D'AZUR



- Parties mécanique, électrique, et électromécanique
- Capteurs / Actionneurs
- Sécurité Machine
- Automates
- Architecture
- Conduite de la machine
- Maintenance conditionnelle et prédictive

2.4.2 LIEU DE LA FORMATION

La formation se déroulera sur le site de l'EMSE à Gardanne.

2.5 COMPLEMENTS DE PRESTATION

- L'installation et la mise en service des équipements sont assurées par le fournisseur
- L'ensemble des matériels sont garantis pour une durée minimale de 36 mois
- Les dysfonctionnements ou pannes éventuelles sont à gérer sur site
- Les licences sont définitives avec assistance et mise à jour pour une durée de 3 ans au minimum
- Un support concernant les procédés utilisés par la machine sera assuré sans limitation de temps.

2.6 MEMOIRE TECHNIQUE

Les candidats présenteront un mémoire technique comportant les éléments permettant d'analyser les offres et notamment :

- Les fiches techniques des composants constituant l'équipement
- Descriptif technique des composants, poids et encombrement pour la bonne gestion de nos formations.
- Des images photographiques des composants,
- Les délais de livraison et d'installation (en jours calendaires)
- Les détails sur la garantie des matériels, telles que les conditions et délais d'intervention sur site et d'assistance technique, la durée proposée
- La nature de l'offre de formation.
- La certification CE
- La conformité machine avec la gestion de la sécurité qui sera donc incontournable et analysée dans le détail.

2.7 TEXTES REGLEMENTAIRES ET SECURITE

Les textes réglementaires obligent à empêcher tout accès sur l'équipement lors du fonctionnement normal, soit par cratérisation, soit par barrières immatérielles. La gestion de la sécurité sera donc incontournable et analysée dans le détail.

L'équipement proposé doit être conçu, fabriqué et testé suivant les recommandations



**RÉGION
SUD**
PROVENCE
ALPES
CÔTE D'AZUR



- Directive machine : 2006/42/CE
- Directive machine valide à la date de fabrication de la machine.
- Directive sociale : 2009/104/CE
- Directive travail : 2003/88/CE
- Norme robot : ISO 102018 -1 : 2006

2.8 DOCUMENTATION ET LIVRABLES

Les livrables sont les suivantes,

- Notice d'installation, notice d'utilisation
- Catalogues,
- Schéma de câblage
- Brochures,
- Document technique de mise en service
- Modèle numérisé de la ligne et de ses principaux sous-ensembles seront fournis.
- Plans d'installations,
- Documents d'utilisation,
- Schémas de puissance et de commande,
- Instructions de conduite, de sécurité et de manutention.
- Programmes des API et les logiciels correspondants,
- Travaux pratiques et exemples pédagogiques d'utilisation du système