



Acheteur public : CNRS Délégation Régionale Hauts-de-France

Cahier des Clauses Techniques Particulières (CCTP)

Numéro de la consultation :

Objet de la consultation : Acquisition, livraison, installation et mise en service d'un équipement de mesure à effet Hall.

Procédure de passation : Appel d'offres ouvert



Table des matières

1. OBJET DU MARCHÉ	3
2. CONTEXTE INSTITUTIONNEL ET TECHNOLOGIQUE	3
2.1. CONTEXTE DE L'ACHAT	3
2.2. JUSTIFICATION DU BESOIN	3
3. SPECIFICATIONS TECHNIQUES	4
3.1. MATERIAUX	4
3.2. DIMENSIONS DES SUBSTRATS A MESURER :	4
3.3. DIMENSIONS DES MOTIFS OU DES COMPOSANTS A MESURER :	4
3.4. CAPACITES DE MESURE :	4
3.5. SYSTEME D'EXPLOITATION, INTERFACE UTILISATEUR ET LOGICIEL DE PILOTAGE.....	5
4. SECURITE, CONFORMITE ET DOCUMENTATION	6
5. LIVRAISON ET INSTALLATION : CONTRAINTES LOGISTIQUES ET EXIGENCES SALLE BLANCHE	6
5.1. TRANSPORT ET LIVRAISON	6
5.2. INSTALLATION.....	7
5.3. PLANNING	7
6. RECEPTION ET CRITERES ASSOCIES	8
7. FORMATION	8
8. GARANTIE ET SAV	8
8.1. GARANTIE.....	8
8.2. MAINTENANCE HORS GARANTIE ET CONTRAT DE MAINTENANCE.....	9
9. ASPECT ENVIRONNEMENTAL	9
10. RAPPEL DES PRESTATIONS SUPPLEMENTAIRES EVENTUELLES	9
11. ANNEXE N°1 : SECURITE INFORMATIQUE DU SYSTEME D'EXPLOITATION ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.	



1. Objet du marché

Le présent marché a pour objet la fourniture, la livraison, l'installation, la mise en service, la formation des utilisateurs, la garantie et le service après-vente d'un équipement permettant la caractérisation électrique des matériaux semi-conducteurs. Cet équipement permettra de mesurer la résistivité, la concentration, le type et la mobilité des porteurs, en utilisant l'effet Hall.

L'équipement sera installé au sein de la Centrale de Micro-Nano-Fabrication (CMNF) de l'Institut d'Électronique, de Microélectronique et de Nanotechnologie (IEMN), plateforme technologique intégrée au réseau RENATECH.

2. Contexte institutionnel et technologique

2.1. Contexte de l'achat

L'Institut d'Électronique de Microélectronique et de Nanotechnologie (IEMN) est une unité mixte de recherche UMR8520 entre le CNRS et les établissements d'enseignement supérieur : l'Université de Lille (ULille), l'Université Polytechnique Hauts-de-France (UPHF), l'École d'Ingénieurs JUNIA-ISEN et l'École Centrale de Lille (ECL). Le laboratoire compte environ 450 personnes. Les équipements technologiques du laboratoire sont regroupés dans la Centrale de Micro-Nano-Fabrication (CMNF) constituée notamment d'une salle blanche de 1600 m² (ISO5 à 7). Ils permettent de mettre en œuvre les procédés de fabrication complets des systèmes micro/nanoélectroniques. La centrale fait partie du réseau RENATECH qui regroupe cinq plateformes technologiques académiques françaises.

La vocation de l'IEMN est la recherche dans les différents domaines de l'électronique, depuis la physique de la matière condensée et des nanostructures jusqu'à la technologie et la caractérisation de composants ou systèmes pour différentes applications dans les domaines des micro-ondes, des télécommunications, des transports et de la santé.

2.2. Justification du besoin

L'IEMN a une grande expérience des matériaux semi-conducteurs basés sur une très large variété d'éléments du tableau périodique. Tous ces semi-conducteurs nécessitent d'être caractérisés pour connaître leurs propriétés structurales, optiques et électriques. L'objet de cet appel d'offre concerne la caractérisation électrique utilisant la mesure par effet Hall. Cette méthode permet de connaître la résistivité, la concentration, le type et la mobilité des porteurs des semiconducteurs à caractériser.



L'IEMN dispose actuellement d'un équipement de mesure par effet Hall qui est devenu obsolète.

Cet appel d'offre sera constitué d'un lot unique, comprenant la fourniture et la livraison de l'équipement complet, l'installation, la mise en service et la formation.

3. Spécifications techniques

L'équipement devra répondre *a minima* aux spécifications techniques suivantes :

3.1. Matériaux

Les matériaux semi-conducteurs à mesurer sont *a minima* des alliages composés des éléments des colonnes III à VI du tableau périodique des éléments, dont les plus courants : GaAs, AlAs, InAs, GaP, AlP, InP, GaSb, AlSb, InSb, Si.

3.2. Dimensions des substrats à mesurer :

Des substrats jusqu'à 3 pouces de diamètre pourront être positionnés dans l'appareil, pour des mesures à température ambiante ou à 77K.

3.3. Dimensions des motifs ou des composants à mesurer :

Des motifs de Van der Pauw ou d'autres motifs spéciaux seront utilisés pour effectuer les mesures. L'appareil permettra de mesurer des motifs allant de 100 μm à 10 mm de côté. Pour faciliter le positionnement des pointes de contact sur les plus petits motifs, l'appareil sera équipé d'un microscope binoculaire.

3.4. Capacités de mesure :

- Nombre de contacts : Selon les motifs, jusqu'à 6 contacts peuvent être nécessaires pour effectuer les mesures.
- Type de contacts : 6 micromanipulateurs seront fournis. Ils permettront de contacter avec précision les plus petits motifs, en s'aidant du microscope binoculaire fixé à l'appareil. Les micromanipulateurs seront équipés de pointes de précision adaptées aux mesures de hautes résistivités.
- Champ magnétique : Aimant permanent compris entre 3 Teslas et 10 Teslas (pas de bobine).



- La zone de mesure sera étanche à la lumière pour éviter les effets photoélectriques.
- La plage de mesure de la résistance carrée doit être la plus étendue possible, avec un minimum allant de $0.1 \text{ m}\Omega/\square$ à $10 \text{ G}\Omega/\square$
- Mesures en température :
 - de 77 K à 500 K, en utilisant soit un refroidissement direct à l'azote liquide, soit un cryostat permettant de faire varier la température de mesure.
 - Dans le cas de la mesure à 77K, le support permettant les mesures sous azote liquide doit pouvoir recevoir des échantillons de 3 pouces de diamètre.
 - Dans le cas de l'utilisation du cryostat (pour des mesures en température entre 80K et 500K), le support du cryostat doit accepter des échantillons de $10 \times 10 \text{ mm}^2$ minimum. Tout le matériel nécessaire pour le fonctionnement du cryostat doit être fourni et détaillé dans l'offre.

3.5. Système d'exploitation, interface utilisateur et logiciel de pilotage

Le système d'exploitation sera impérativement sous Windows 11. Toute proposition sous Windows 10 sera systématiquement refusée.

Tous les disques d'installation et les licences liés au système d'exploitation de l'ordinateur ou des logiciels installés nécessaires à l'exploitation de la machine devront être fournis par le titulaire du marché.

Dans le cadre de cette consultation, le soumissionnaire devra répondre au questionnaire concernant la sécurité informatique (cf. annexe au présent CCTP).

Le logiciel devra :

- être simple et convivial ;
- permettre des mises à jour régulières ;
- permettre le contrôle de l'équipement, le paramétrage et l'acquisition des mesures, y compris acquisition en fonction de la température. Le logiciel doit permettre la mesure automatique des propriétés des couches semiconductrices (résistivité, densité, mobilité) en s'affranchissant de la résistance des accès par la méthode Van der Pauw.



4. Sécurité, conformité et documentation

Les équipements fournis devront être conformes à la réglementation française et européenne en vigueur et porter le marquage CE. Ils devront satisfaire aux exigences applicables en matière de sécurité des équipements, de sécurité électrique et de compatibilité électromagnétique (CEM).

Les équipements devront être compatibles avec une alimentation électrique 50 Hz, monophasée 230 V.

Les équipements devront être conçus et installés de manière à être compatibles avec une utilisation en salle blanche. À ce titre, le fournisseur devra fournir un plan d'installation et un plan de prévention précisant les conditions d'intégration, les contraintes techniques et les mesures nécessaires pour limiter les risques de contamination et garantir la sécurité des opérateurs.

Documents à fournir :

Le titulaire fournira au plus tard lors de la livraison de l'équipement les documentations suivantes :

- Documentation technique de l'équipement ;
- Consignes de sécurité ;
- Les supports de formation à l'utilisation et à la maintenance.

Les documentations techniques complètes devront être fournies en un exemplaire. Une version numérique de l'ensemble de la documentation est demandée *a minima*. Cette documentation doit au moins comprendre la description complète du matériel et un mode d'emploi détaillé. Elle doit être rédigée de préférence en français mais l'anglais sera accepté.

5. Livraison et installation : contraintes logistiques et exigences salle blanche

5.1. Transport et livraison

À partir de la date de notification, le délai de livraison ne devra pas excéder 6 mois.

Le titulaire prendra en charge le transport et la livraison de l'équipement jusqu'à la salle R37 (ISO6) située en salle blanche à l'IEMN.

L'équipement est à livrer à l'adresse suivante :



CNRS - IEMN - UMR8520
Cité Scientifique
Avenue Poincaré
CS 60069
59652 Villeneuve d'Ascq Cedex
France

Les livraisons s'effectuent au rez-de-chaussée. Le déchargement des camions est à la charge du candidat.

L'IEMN possède un quai de déchargement avec un seuil de 60 cm de hauteur environ par rapport au niveau de sol. Le titulaire doit prévoir les moyens adaptés : camion équipé d'un hayon, transpalettes ou chariot élévateur du type « Fenwick » si besoin (l'IEMN ne disposant pas de chariot élévateur).

5.2. Installation

Les équipements devront être compatibles avec une installation en salle blanche. Le fournisseur devra donner l'empreinte exacte de l'équipement.

La place prévue est sur une paillasse de laboratoire de 3 x 1 m².

Le fournisseur devra indiquer la taille, le poids et les dimensions exacts ainsi que les exigences éventuelles d'emplacement des différentes pièces de sous-assemblage afin de préparer l'installation. Le fournisseur est responsable de la fourniture de la liste des infrastructures nécessaires pour mettre en fonctionnement l'outil, telles que par exemple l'air comprimé, la puissance électrique, les disjoncteurs électriques, les fluides, les types de raccord, la pression, les débits...

Cette liste devra être fournie au plus tard 1 mois après la notification.

Suite à la livraison, le fournisseur, supervisé par le groupe technique de l'IEMN, procédera à l'installation. Le fournisseur amènera tout outillage spécifique nécessaire à l'installation ou à la mise au point de l'équipement.

5.3. Planning

Le fournisseur devra indiquer dans son offre les éléments de planning suivants :

- date prévisionnelle de transport et date de livraison sur le site de l'IEMN ;
- planning d'installation sur le site de l'IEMN ;
- date prévisionnelle des tests de recette ;



- date prévisionnelle de formation.

6. Réception et critères associés

Il n'y aura pas de pré-acceptance en usine.

La réception définitive de l'équipement sur site sera prononcée uniquement après :

- son installation complète sur site par le fournisseur ;
- la réalisation, par le fournisseur, de l'ensemble des essais qu'il juge nécessaires pour démontrer que l'équipement respecte les spécifications techniques et les performances annoncées dans son offre ;
- la réalisation des essais complémentaires qui lui seront demandés afin de vérifier la conformité aux exigences du présent document.

Le fournisseur devra notamment réaliser les essais suivants :

- Contrôle d'échantillons de l'IEMN avec des résultats déjà connus (sur GaAs et GaInAs)
Dans ce but, l'IEMN fournira les substrats.

7. Formation

À l'issue des tests d'acceptance, le titulaire devra assurer une formation initiale d'une durée minimale d'une journée pour trois (3) personnes. Cette formation devra couvrir la prise en main des équipements, leur utilisation en conditions normales d'exploitation, ainsi que les opérations de maintenance de premier niveau et les règles de sécurité associées.

8. Garantie et SAV

8.1. Garantie

La durée minimale de garantie exigée est d'un (1) an à compter de la date d'admission définitive des équipements. La garantie devra couvrir la main-d'œuvre, les pièces détachées et les frais de déplacement. Toute période d'indisponibilité, totale ou partielle, donnera lieu à une prolongation de la garantie d'une durée équivalente.



Les mises à jour logicielles seront également couvertes par la garantie.

Le candidat précisera dans son offre les délais de réponse et d'intervention, ainsi que l'organisation du support technique et du service après-vente, en France et à l'international.

Le candidat proposera une offre chiffrée pour une extension de garantie d'un an (PSE obligatoire n°1).

8.2. Maintenance hors garantie et contrat de maintenance

Le candidat devra préciser les modalités de maintenance préventive et corrective proposées hors période de garantie, les délais d'intervention associés, ainsi que les conditions de disponibilité et d'approvisionnement des pièces détachées, notamment en cas d'intervention urgente.

Le candidat proposera une offre chiffrée pour un contrat de maintenance (PSE facultative n°2) pour une période d'un (1) an au-delà de la période de garantie. Le contrat de maintenance devra spécifier le délai d'intervention sur site. Le candidat décrira ce qui est contenu dans le contrat de maintenance et ce qui est exclu.

9. Aspect Environnemental

Le candidat doit préciser la consommation électrique de l'équipement, Il indiquera également la présence éventuelle d'options de gestion de consommation électrique. La présence d'options d'économie d'énergie n'est pas obligatoire mais sera appréciée au sein de la notation.

Le candidat fournira si possible dans son offre une évaluation de l'empreinte carbone liée à la fabrication de l'équipement et à sa livraison sur le site de l'IEMN.

À titre d'information, le candidat indiquera sa capacité de récupération/retraitement des consommables et des anciens équipements.

10. Rappel des prestations supplémentaires éventuelles

Dans le cadre de la présente consultation, les prestations supplémentaires éventuelles suivantes (PSE) sont demandées :

- PSE n°1 (obligatoire) : 1 an d'extension de garantie ;
- PSE n°2 (facultative) : 1 an de contrat de maintenance.

La réponse à la PSE n°1 est obligatoire ; faute de réponse du soumissionnaire, l'offre sera éliminée.