

Cahier des Clauses Techniques Particulières

(CCTP)

Acquisition d'équipements dans le cadre du CPER CyMoCoD

Projets CPER CyMoCoD Rennes Phase 4c & 5

Lot n°3 – Machine d'alignement et d'insolation photolithographique

VERSION en date du 27/03/2026

-

Affaire N°2026011AOF

1.1 - Contexte de l'opération

Depuis 2007, la plateforme NanoRennes de l'IETR sur le site de l'université de Rennes est labellisée centrale de proximité par le CNRS. Elle est la plateforme de référence, dans le grand ouest, du réseau RENATECH+ ayant pour but de fédérer les moyens techniques et les savoir-faire des acteurs de la recherche en micro et nano technologies. NanoRennes est organisée en plusieurs pôles, micro/nano fabrication, couches minces, électronique organique, photolithographie et un pôle de caractérisation.

1.2 - Contexte et objectif scientifique

Dans le cadre de la phase 5 du projet Cymocod, la plateforme NanoRennes compte s'équiper d'un système de photolithographie. Cet équipement permettra de mettre en forme des couches minces de qualité électronique sur des substrats rigides ou souples et notamment sur des nouveaux polymères issus de synthèses biosourcées pouvant à terme remplacer dans certains cas des substrats tel que le kapton, PEN PET... Cet équipement confortera le positionnement à l'avant-garde de l'IETR sur les technologies de fabrication d'électronique flexibles et plus notamment encore sur les circuits électroniques utilisant des substrats et des matériaux biosourcés pour diminuer l'impact environnemental de la fabrication des dispositifs à semi-conducteur. Cet équipement aura aussi comme fonction la réalisation de système rayonnant sur silicium ou sur quartz impliquant des mises en forme complexes voir des étapes d'assemblages contrôlées

1.3 - Équipement

Dans le cadre de la consolidation des plateformes, une partie des moyens du CPER CYMOCOD sera attribuée à la plateforme NanoRennes. Dans la prochaine phase de ce projet, l'acquisition d'un système de mise en forme par photolithographie sera mise en place, et ceci pour fabriquer des dispositifs électroniques, des systèmes rayonnants ou encore des microcapteurs.

Cet équipement est à installer à l'IETR, au sein de la plateforme NanoRennes sur le site de l'université de Rennes (campus de Beaulieu).

Il sera donc dédié à la réalisation de systèmes complexes multicouches en Silicium, en quartz ou sur d'autres types de substrats dédiés à l'électronique souple basse température.

L'acquisition de cet équipement contribuera nettement à l'amélioration de nos dispositifs et permettra d'intensifier la diversification des applications vers des domaines porteurs déjà pris en charge par l'IETR.

Ces applications nécessiteront des collaborations avec de nombreuses unités de l'université de Rennes dans les domaines Math-STIC (FOTON, LTSI), Sciences De La Matière (IPR et ISCR), Vie Agro Santé (IGDR, IRSET), l'université de Nantes (Institut de Matériaux de Nantes) ainsi que des PME.

Cet équipement de photolithographie sera l'épine dorsale de nos capacités de micro-usinage et ce pendant plusieurs années. Son utilisation intervenant généralement à plusieurs reprises lors de la réalisation d'un système.

1.4 - Description et spécifications techniques du matériel

Rappel des besoins à satisfaire

Dans le cadre de la phase 5 du projet, NanoRennes compte s'équiper d'un système d'insolation et d'alignement de masque photolithographique. Cet équipement permettra de mettre en forme des couches minces de qualité électronique ou directement des substrats et ceci sur des substrats rigides ou souples. Cet équipement devra être capable de réaliser des ouvertures de l'ordre du micromètres ou éventuellement moins et ceci par insolation direct en mettant en contact précisément substrat et masque

photolithographique. De par sa polyvalence l'équipement s'adaptera à un large choix de résine photolithographique. Le système devra pouvoir aligner des motifs en se repérant sur les deux faces du substrat avec une bonne résolution.

Mode de fonctionnement général

- **Substrats** : le système devra s'adapter aux différents substrats utilisés au sein de NanoRennes/IETR, substrat Si et verre de 2 à 6 pouces.
- **Mode d'insolation et distance masque / substrat**: le système offrira plusieurs mode de fonctionnement (hard, vaccum et soft) ainsi qu'une gestion de la distance masque /substrat.
- **Navette de chargement** : Le système proposera plusieurs navettes de chargement compatibles avec les différents modes d'insolation et la taille des substrats à processor.
- **Support de masques** : le système comprendra plusieurs porte-masques et décrira leur capacités et caractéristiques respectives
- **Déplacement X,Y, rotation** : les déplacements seront manuels ou motorisé avec une résolution au μm
- **Insolation, source UV, puissance** : 405nm, 360nm
- **Process** caractéristiques d'insolation et ouverture minimale atteignable
- **Optiques et caméras** : TSA, BSA et cameras à plusieurs grossissements
- **Système anti vibration** : table antivibratoire a fournir
- **Software et contrôles** : windows ou linux
- **Réception** : réception sur site après rapport d'assemblage usine envoyé
- **Garanties et maintenance** : 1an pièces et mains d'œuvre
- **Prestations supplémentaires éventuelles** :
 - . un chuck 3 pouces circulaire à la prise de vide dégradé
 - . un chuck pour substrat wafer semi 4 pouces
 - . insolutions en deep UV (240nm)
 - . un système de mesure de puissance pour le calcul de dose
 - . système de Bond Alignment et collage de substrat

Description et spécifications techniques

1.4.1 - Substrats à processor et masques, capacités générales

- **Substrat de Si** : Le système devra prendre en charge en priorité des plaquettes de Silicium de 50, 75 et 150 mm (de 2, 3 et 6 pouces), les épaisseurs de substrat seront comprises entre 100 μm et 800 μm . le système devra être capable de charger des wafers amincis (par exemple inférieur à 100 μm).
- **Substrat de verre/quartz** : le système devra prendre en charge des substrats carrés de verre/quartz de 50mmx50mm et 100mmx100mm avec des épaisseurs allant de 100 μm jusqu'à 1mm. Dans le cas de substrat de quartz fin, le système devra être capable de les charger sans casse mécanique.
- L'offre fournira les résultats d'un test de chargement effectué sur un substrat amincie (100 μm) de résistance équivalent au Si ou quartz (50mmx50mm). Ce test sera effectué a nouveau à la réception sur site.
- Le système devra gérer des masques photo lithographiques carrés de 10cm, 12,5cm et 17,5cm.

La liste des navettes à fournir contractuellement sera détaillé dans la section 1.4.3, la liste des supports de masque sera détaillée en section 1.4.4

1.4.2 - Mode d'insolation et distance masque/substrat

- **Le système devra insoler les substrats en mode contact (hard contact)**
- Le système aura un mode d'insolation avec une chambre à vide (Vaccum contact), la valeur du vide devra pouvoir se régler sur une résolution de 0.1mbar.
- Le système aura un mode d'insolation en mode contact doux (soft contact)
- L'espacement entre le masque et le substrat (gap) devra être réglable et l'offre fournira l'espacement minimal atteignable sans risques de contact (sur substrat non enduit).
- Le système précisera si un mode permet le chargement et l'alignement sans aucune phase de contact entre le masque et le substrat.

1.4.3 - Navettes de chargements

Le système de chargement comprendra plusieurs navettes :

- L'offre décrira l'architecture générale des navettes de chargement **en fournissant des photos annotées** indiquant emplacement des pins de centrage rétractables, des joints à vide, des prises de vide et des ouvertures pour l'alignement par la face arrière.

Les navettes à fournir sont les suivantes :

- Un chuck pour substrat wafer semi 2 pouces. Permettant de traiter le substrat en mode hard contact et Vaccum contact avec des ouvertures permettant l'alignement avec la face arrière du substrat. Le mode vaccum devra pouvoir être activé sur des substrats de 300µm d'épaisseur ou supérieur.
- Un chuck pour substrat wafer semi 3 pouces. Permettant de traiter le substrat en mode hard contact et Vaccum contact avec des ouvertures permettant l'alignement avec la face arrière du substrat. Le mode vaccum devra pouvoir être activé sur des substrats de 500µm d'épaisseur ou supérieur.
- Un chuck pour substrat wafer semi 6 pouces. Permettant de traiter le substrat en mode hard contact et Vaccum contact avec des ouvertures permettant l'alignement avec la face arrière du substrat. Le mode vaccum devra pouvoir être activé sur des substrats de 700µm d'épaisseur ou supérieur.
- Un chuck pour substrat carrés 5x5cm. Permettant de traiter le substrat en mode hard contact et Vaccum contact avec des ouvertures permettant l'alignement avec la face arrière du substrat. Le mode vaccum devra pouvoir être activé sur des substrats de 800µm d'épaisseur ou supérieur.
- Un chuck pour substrat carrés 10x10cm. Permettant de traiter le substrat en mode hard contact et Vaccum contact avec des ouvertures permettant l'alignement avec la face arrière du substrat. Le mode vaccum devra pouvoir être activé sur des substrats de 1000µm d'épaisseur ou supérieur.
- L'offre précisera si les navettes de chargement sont compatibles avec d'autres équipements de photolithographie en listant les équipements susceptibles d'accueillir lesdites navettes ou encore si des navettes plus anciennes d'autres types d'équipement sont capables d'être utilisés sur l'équipement proposé dans l'offre.

1.4.4 - Support de masques photo lithographiques

- Le système proposera plusieurs porte masque (maskHolder) de dimension carrée, les portes masques devront comprendre une prise de vide pour le maintien du masque ainsi qu'un système de sécurité (mécanique) en cas de coupure de vide. L'offre précisera si le support de masque comprend des pins de pré centrage et si celles-ci sont démontables, de même pour le système de sécurité mécanique.
- Un porte masque pour les masque carrée 10x10cm (ou 4 pouces) avec une ouverture circulaire ou carré de 7.5cm de diamètre/côté.
- Un porte masque pour les masque carrée 12.5x12.5cm (ou 5 pouces) avec une ouverture carrée de 10cm de côté.
- Un porte masque pour les masque carrée 18x18cm (ou 7 pouces) avec une ouverture carrée de 15cm de côté.
- L'offre précisera si les supports de masques sont compatibles avec d'autres équipements de photolithographie en listant les équipements susceptibles d'accueillir ces supports ou encore si des supports plus anciens appartenant à d'autres types d'équipements sont capables d'être utilisés sur l'équipement proposé dans l'offre.

1.4.5 - Déplacement X, Y, rotation

- Le système sera muni d'un réglage de l'alignement entre le chuck et le masque photo lithographique ce système comprendra un réglage en X, Y et rotation (theta).
- Le système pourra être manuel ou motorisé. Pour chaque axe, l'excursion maximum sera précisée.
- L'offre précisera la résolution d'alignement pour chaque axe et ceci dans le cadre d'un alignement en face avant (TSA) ou avec la face arrière (BSA). Soit 6 valeurs de résolution à fournir.
- En cas d'alignement motorisé l'offre précisera les vitesses minimales et maximales atteignables pour chaque type d'axe.

1.4.6 - Insolation, source UV, puissance

- Le système sera muni d'une source UV pour insoler les résines sur une gamme de longueur d'onde de 365 à 405nm
- L'offre fournira la surface maximale insolable ainsi que l'uniformité de puissance sur cette surface, une cartographie comprenant dix mesures représentatives sera fournie
- La source UV sera soit fournie par un système à lampe soit par une unité de LED

1.4.7 - Process

- L'offre fournira les caractéristiques d'insolation pour 3 types de résines déposées sur un substrat de Si ceci en mode vacuum, pour atteindre une résolution standard (ouverture de 2µm) dans les cas suivants :
 - résine Shipley S1818 épaisseur 2µm (positive)
 - résine Shipley SPR épaisseur 7µm (positive)
 - résine Kayaku SU-8 6000 épaisseurs 2µm (négative)
- L'offre fournira les dimensions minimales d'ouvertures atteignables, dans le cas de lignes insolées. L'analyse de l'offre favorisera les capacités d'ouvertures les plus faibles et ceci pour trois types de résines :
 - résine Shipley S1818 épaisseur 2µm (positive)
 - résine Shipley SPR épaisseur 7µm (positive)
 - résine Kayaku SU-8 6000 épaisseurs 2µm (négative)

1.4.8 - Optiques et caméras

- Le système comprendra un jeu de double d'optiques motorisés, ou non, pour l'alignement en face avant, reliés à un système de camera.
- Chaque optique face avant comprendra deux objectifs d'agrandissement différents.
- La mise au point en face avant se fera de manière séparée pour chaque optique.
- Un système réglerà l'intensité de l'illumination de façon différencié pour chaque objectif
- L'offre précisera l'amplitude possible de déplacement des objectifs face avant et leurs zones d'exclusion
- Le système comprendra deux objectifs motorisés dédiés à l'alignement par la face arrière, reliés à un système de camera
- Chaque optique face arrière comprendra deux tailles d'agrandissement différent qui pourront être numérique ou optique
- La mise au point en face arrière se fera de manière séparée pour chaque optique
- L'offre précisera l'amplitude possible de déplacement des objectifs en face arrière et leurs zones d'exclusion
- Un système de caméra renverra l'image de chaque optique (avant et arrière) sur un écran, l'offre précisera selon l'agrandissement choisi la surface représentée sur l'écran, ceci afin d'adapter la taille des signaux d'alignements pour chaque mode.
- L'offre proposera un modèle de signaux d'alignement permettant les meilleures résolutions et aux dimensions adaptés au système optiques.

1.4.9 - Système anti vibratoire

- Le système disposera d'une table antivibratoire dont les caractéristiques principales seront fournies dans l'offre.

1.4.10 - Software et contrôle

- Le système d'exploitation pourra être du type windows LTS ou linux.
- La machine pourra autoriser l'accès à l'extérieur (Internet) ou le contrôle externe par un logiciel de type Virtual Network Control (VNC) exemple Team Viewer.
- Tous les disques d'installation et les licences du système d'exploitation de l'ordinateur ou des logiciels installés nécessaires à l'exploitation de la machine, devront être fournis.
- La mise à jour des logiciels de contrôle et de pilotage se fera à titre gracieux pendant au moins cinq ans
- Un système de sauvegarde sera à fournir.

1.4.11 - Réception de l'équipement

A- Sur site de fabrication : A la fin de l'assemblage en usine de l'équipement, un rapport sera envoyé listant le bon fonctionnement de différents éléments à savoir :

- Le niveau de vide atteint en en stand by (sans mask holder), avec mask holder installé et avec substrat chargé
- Bonne adaptation des mask holder aux différentes dimensions de mask et absence de fuite sous vide (niveau de vide a préciser)
- Bon fonctionnement des joints de vide sur les navettes de chargement pour les différents substrats listés (verre et wafer sur les épaisseurs spécifiées) en mode vacuum

- Test de déplacement à gap minimal préciser la valeur du gap
- Test de focus des optiques avec mask de test à différentes valeurs de gap (10, 30, 50 et 80µm), des captures d'écrans seront suffisantes.
- Un rapport de colisage sera envoyé précisant le poids et les dimensions des différents éléments du système emballé.

B- Nanorennnes-IETR : La RECEPTION DEFINITIVE sur le site du NanoRennes-IETR comportera la validation des performances de l'équipement et la fin de la formation à la maintenance et à la conduite de la machine.

L'équipement fera l'objet d'une vérification d'aptitude lors de son installation. L'installation et la vérification d'aptitude seront effectuées en présence du représentant technique de la plateforme.

Si la livraison répond aux spécifications techniques et si les essais sont satisfaisants, la réception provisoire du matériel sera prononcée immédiatement. Un Procès-verbal (PV) sera alors établi par le représentant technique de la plateforme et sera notifié au titulaire. La réception définitive aura lieu dans un délai de 1 mois maximum après la réception provisoire. Un Procès-verbal sera alors établi par le représentant technique du Pouvoir Adjudicateur et sera notifié au titulaire. Si les essais révèlent que tout ou partie de la fourniture ne correspond pas aux spécifications techniques ou n'est pas d'un fonctionnement satisfaisant, la réception sera ajournée, et le titulaire devra notifier une seconde mise en ordre de marche. Les matériels reconnus défectueux ou non conformes à la commande devront être repris par le titulaire, aux frais de celui-ci. Le titulaire a la charge complète de remplacer également les matériels en cause, à ses frais, dans un délai maximum de quinze (60) jours à partir de la date de notification du rejet.

1.4.12 - Garantie, Maintenance et formations

- Le fabricant fournira une garantie pièce et main d'œuvre d'une année.
- Un jeu de pièces de rechanges simple (consommable) pour la maintenance de premier niveau sera fourni (joints, courroies, visserie)
- L'offre fournira un manuel d'utilisation et détaillera plus spécifiquement les procédures de changement de moteurs que ce soit ceux d'alignement, de WEC ainsi que la motorisation des objectifs.
- Les updates software visant la correction des bugs identifiés seront gratuites pendant au moins 5 ans
- Le fabricant proposera un outil de diagnostic gratuit à distance (contrôle par internet)
- Le fabricant fournira une documentation en français ou en anglais et assurera une formation incluse dans l'offre de base proposée au titre du présent marché.

Cette formation sera dispensée pour 3 personnes au moins et intégrera les modules suivants :

- la formation au logiciel de contrôle général
- l'utilisation du système en alignement TSA, et BSA
- conduite et maintenance de 1^{er} niveau
- la formation à la gestion des pannes les plus simples et courantes.

1.4.13 - Prestation supplémentaire éventuelle facultative 1

L'offre **pourra proposer** un chuck 3 pouces circulaire à la prise de vide dégradé pour les

substrats hors gabarit ou abimés opérant en mode Hard contact. Schéma simplifié à fournir.

1.4.14 - Prestation supplémentaire éventuelle facultative 2

L'offre **proposera** un chuck pour substrat wafer semi 4 pouces. Permettant de traiter le substrat en mode hard contact et Vacuum contact avec des ouvertures permettant l'alignement avec la face arrière du substrat. L'offre précisera l'épaisseur maximale du substrat compatible avec le mode Vacuum contact.

1.4.15 - Prestation supplémentaire éventuelle facultative 3

L'offre proposera une solution d'insolation en deep UV à 240nm.

1.4.16 - Prestation supplémentaire éventuelle facultative 4

L'offre proposera en PSE 4 un système de mesure de la puissance fourni par le système d'insolation aux différentes longueurs d'onde prévues, ceci afin de pouvoir mesurer la dose fourni lors de l'insolation.

1.4.17 - Prestation supplémentaire éventuelle facultative 5

L'offre **proposera** en PSE 5 un système d'alignement et de collage de substrats. Il répondra aux différentes caractéristiques listées :

- Ce système sera facilement adaptable à l'équipement proposé de base (moins de 10 min d'installation).
- Il pourra aligner et associé par clampage des wafers préalablement enduit de résine ou colles non recuite. Il disposera d'un système d'espaceur ou équivalent pour prévenir le contact avant clampage.
- il pourra associer des substrats de mêmes tailles à savoir soit des wafers 3 pouces soit des plaques carrées de 4 pouces (100mmx100mm) de 100µm à 1mm d'épaisseur.
- le système aura une précision d'alignement <5µm
- l'offre précisera les l'amplitude de déplacement en X et Y lors de l'alignement
- selon les navettes de chargement, l'offre précisera la zone pouvant contenir les signaux d'alignement.
- le système utilisera le même système informatique que la machine de base.

Prestation supplémentaires éventuelles 1	Chuck 3 pouces à prise de vide dégradé
Prestation supplémentaires éventuelles 2	Chuck 4 pouces
Prestation supplémentaires éventuelles 3	Insolation deep UV 240nm
Prestation supplémentaires éventuelles 4	Système de mesure de la puissance UV.
Prestation supplémentaires éventuelles 5	Système d'alignement et collage de substrat.

Tableau des prestations supplémentaire éventuelles

1.5 - Délai de livraison

Le délai maximum de livraison de l'équipement sera de douze (12) mois à compter de la date de notification du lot 3 de la présente consultation.

