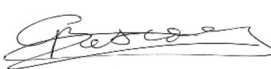




CCT – PLATEFORME DE TEST POUR COMPOSANTS PHOTONIQUES

	Nom et sigle	Date et signature
Préparé par	Guillaume BASCOUL DTN/QE/LE	30/04/2025 
Vérifié par	Guillaume BASCOUL DTN/QE/LE CdS par Intérim	30/04/2025 
Application autorisée par	Alain MALLET Sous-directeur DTN/QE	30/04/2025 

DIFFUSION INTERNE/EXTERNE			
Sigle/Société	Nom (+ adresse email si externe)	Observation pour	
		Action	Information
THALES SIX	Gérald GUIBAUD		X
DTN/TPI/OP	Karine MATHIEU		X
DTN/TPI/TCP	Clement DUDAL		X
DTN/TPI/HY	Vincent ARMENGAUD		X
DTN/QE/EC	Olivier GILARD		X
DTN/QE/EC	Mathieu FONGRAL		X
DTN/QE/EC	Julien MEKKI		X
DTN/QE	Florence MALOU		X
DTN/QE	Karine AUVRAY		X

Page d'analyse documentaire

Classification (+ qualification pour Diffusion Limitée) : Non sensible		
Mots clés : Composants Photoniques, Plateforme de microprobing		
Rédacteurs : BASCOUL G.		
Résumé : Ce document a pour objectif de spécifier le moyen de test dédié aux composants photoniques dans le but de procéder à un investissement pour le laboratoire d'expertise (DTN/QE/LE).		
Gestion en configuration : non	A dater du : 08/04/2025	Par :
Contrat :		
Logical(s) hate : Word MS-Office	Nombre de pages supplémentaires :	

HISTORIQUE DES MODIFICATIONS

Version	Date	Chapitres modifiés / Raison / Nature de l'évolution
1.0	11/09/2024	Création
2.0	17/09/2024	Commentaires Gérald Guibaud
3.0	08/04/2025	Intégration de critères supplémentaires

SOMMAIRE

SOMMAIRE	3
OBJET	4
TERMINOLOGIE – SIGLES	4
GENERALITES	4
PRESTATIONS A REALISER ET EXIGENCES ASSOCIEES	5
1.1 FOURNITURE D'UNE PLATEFORME DE TEST PHOTONIQUE	5
1.1.1 MICROSCOPE OPTIQUE	5
1.1.2 PLATEFORME DE PROBING	6
1.1.3 SUPPORT D'ECHANTILLONS / CHUCK	7
1.2 EQUIPEMENT DE MICRO/NANO PROBING SPECIALISE PHOTONIQUE	8
1.2.1 ENCEINTE OU CHAMBRE LOCALE DE PROTECTION OPTIQUE	8
1.2.2 SYSTEME DE POSITIONNEMENT A 6 DEGRES DE LIBERTE (HEXAPODE)	8
1.2.3 SYSTEME DE POSITIONNEMENT MOTORISE A 3 DEGRES DE LIBERTE	8
1.2.4 KIT ET SUITE LOGICIELLE DE PILOTAGE ET D'ALIGNEMENT AUTOMATIQUE D'UNE FIBRE ET D'UN RESEAU DE FIBRES OPTIQUES	8
1.3 INSTALLATION, FORMATION, GARANTIE, MAINTENANCE ET SUPPORT	9
EXIGENCES GENERALES	10
1.4 EXIGENCES ENVIRONNEMENTALES	10
1.5 LIEU(X) DE REALISATION DES PRESTATIONS	10
PLANNING DE REALISATION ET FOURNITURES	11
1.6 DU SOUMISSIONNAIRE VERS LE CNES	11

OBJET

Ce document a pour objectif de spécifier le moyen de test dédié aux composants photoniques dans le but de procéder à un investissement pour le laboratoire d'expertise (DTN/QE/LE). Ce document a été partagé avec différents service du CNES concernés par le sujet, pour prendre en compte leurs éventuels besoins.

TERMINOLOGIE – SIGLES

PIC : Photonic Integrated Circuit

FO : Fibre Optique

SiP : Silicon Photonics

GENERALITES

Les composants intégrés dits « photoniques » sont depuis plusieurs années sortis des laboratoires et sont maintenant vendus sur étagère. Certains sont purement phoniques, d'autres permettent des couplages entre micro-électronique et photonique. Leur utilisation massive n'est qu'une question de temps d'adoption de ces technologies. Le secteur du spatial y voit un intérêt certain compte-tenu les gains en compacité et en masse de ces technologies par rapport à leur équivalent électronique. Le rapprochement entre les dispositifs optiques de transfert des données et les cœurs digitaux des satellites permettront également une forte réduction des dépenses énergétiques des systèmes et une augmentation des débits atteignables dans les satellites télécoms.

Afin d'acquérir un niveau d'expertise sur ce nouveau type de composant, le laboratoire d'expertise se doit de disposer de moyens permettant de les mettre en œuvre et dans une moindre mesure de pouvoir tester leurs capacités.

Les travaux prévus d'être réalisés en interne sur ces composants seraient conduits au niveau d'un composant packagé, ou d'une puce nue ; et de manière générale pas sur un wafer complet.

PRESTATIONS A REALISER ET EXIGENCES ASSOCIEES

1.1 FOURNITURE D'UNE PLATEFORME DE TEST PHOTONIQUE

Le titulaire fournira une plateforme de test de composants photoniques intégrés (PIC) semi automatisée. Par semi-automatique, on entend que le chargement de l'échantillon sur la plateforme se fait par un opérateur (Wafer, puce nue, puce en boîtier, Circuit imprimé, ...) mais le déplacement micrométrique de l'échantillon en test (X/Y/Z) ou le mouvement micrométrique du système optique (X/Y/Z) permettant sa visualisation est contrôlé par des moteurs depuis le logiciel. De plus certaines étapes d'approche critiques de positionnement des pointes ou fibres optiques seront également automatisables par des actionneurs montés sur la plateforme. La plateforme sera fournie avec 2 écrans de contrôle permettant l'affichage de plusieurs vues du composant et des logiciels de pilotage de l'équipement.

1.1.1 MICROSCOPE OPTIQUE

Le microscope permettant la visualisation de la zone de travail à fort grandissement disposera d'objectif permettant un travail à longue distance. Ces objectifs seront interchangeable en fonction du besoin de l'opérateur avec l'échantillon en place. Le système comprendra à minima les objectifs suivants : 2X / 5X / 10X / 20X / 50X. Le déplacement du microscope en X, Y et Z devra être motorisé et avoir une amplitude de déplacement minimum de +/- 10mm (valeur non éliminatoire).

La colonne optique comportera un module optique permettant de zoomer entre 0,5X et 5X indépendamment de l'objectif monté sans impact sur la distance de travail. Ce module permettra d'afficher à l'écran de contrôle plusieurs fenêtres de visualisation simultanément afin de permettre à l'opérateur de se repérer plus facilement.

Le microscope sera équipé d'une caméra permettant l'acquisition d'image live avec une résolution minimum de 6 MegaPixels ; si possible de technologie CMOS et si possible sans filtre IR (ou ayant un filtre IR pouvant être retiré).

Le laboratoire d'expertise CNES dispose d'une liste d'objectifs Mitutoyo qui pourraient être compatibles du microscope, la possibilité de les réutiliser serait un plus.

- M Plan APO 2X
- M Plan APO SL 20X

- M Plan APO SL 100X
- M Plan NUV 50X
- M Plan NIR 5X
- M Plan NIR 20X
- M Plan NIR 50X
- M Plan APO NIR HR 100X

1.1.2 PLATEFORME DE PROBING

La zone de la plateforme permettant le positionnement des manipulateurs doit avoir une taille suffisante pour accueillir 4 positionneurs micrométriques en configuration Nord / Sud / Est / Ouest. Cette plateforme doit aussi avoir la capacité d'accueillir 2 systèmes de positionnement nanométrique à 6 degrés de libertés (type hexapode et nanocube de Physik Instrumente) en position Est / Ouest. La plateforme de travail devra être accessible, flexible et ouverte sur le dessus pour accueillir des setups variés de laboratoire (single die, packagé ou non, PCB, Chip on board, ...) et pas uniquement dédiée au test sur wafer en volume pour de la production.

Le maintien des manipulateurs sur la plateforme peut être soit magnétique, soit par aspiration (Vide), soit monté vissé sur le plateau (avec une préférence pour le système magnétique s'il y a le choix).

La plateforme proposée doit pouvoir permettre de réutiliser les micromanipulateurs, bras et sondes actuellement disponibles sur la plateforme actuelle de microprobing Karl Zuss PM8 du CNES ; à savoir :

- 2 manipulateurs RPP210 Gauche (FormFactor) de référence AE-RPP210-V-L-S (à ventouse)
- 2 manipulateurs RPP210 Droite (FormFactor) de référence AE-RPP210-V-R-S (à ventouse)
- 2 bras E-O (FormFactor) de référence AE-146042
- 2 bras N-S (FormFactor) de référence AE-146041
- 1 Multiprobe DC (FormFactor) de référence AE-DCQ-08 et AE-DCQ-BNC/COAX
- 1 probe RF Dual Differential (FormFactor) de référence AE-129-239

- 2 Light Wave Probe (FormFactor) de reference AE-LWP-CLV-SM
- Un support de réseau de fibre (FormFactor) de référence AE-191-054
- Un adaptateur de support de réseau de fibre (FormFactor) de référence AE-SQ-177-269-03

Dans le cas où la solution proposée par le titulaire ne permettrait pas de réutiliser ce matériel il devra proposer des équivalents de son catalogue.

Dans le cas où la solution le titulaire propose une réutilisation du matériel CNES existant, il doit s'assurer de fournir les accessoires complémentaires nécessaires à leur bonne adaptation à la nouvelle station.

La plateforme devra inclure l'ensemble du matériel nécessaire pour réaliser des couplages optiques verticaux et être compatible d'un ajout futur d'une solution de couplage optique horizontale (Possibilité de proposer en option une solution pour le couplage optique horizontal).

La plateforme devra intégrer des supports (étagères) pour les équipements de tests électriques et optiques au plus près du composant en test.

1.1.3 SUPPORT D'ÉCHANTILLONS / CHUCK

La plateforme disposera d'un chuck support pour échantillons de type wafer de différents diamètres. Un système d'aspiration permettra de maintenir les échantillons allant d'un diamètre de 3 cm à 20 cm.

Le chuck disposera d'un module spécifique à l'utilisation de PIC en boîtier ou en puce nue avec un maintien par aspiration de l'échantillon. Ce module permettra la visualisation du positionnement des fibres et réseaux de fibre à l'aide de renvois optiques par un jeu de miroirs et permettra de calibrer la puissance optique en sortie de fibre.

Le chuck devra pouvoir évoluer vers une version chuck thermique permettant des mesures entre -40°C et +125°C.

Le chuck devra être équipé d'un accessoire de calibration pour les sondes RF (Cal Kit RF) .

1.2 EQUIPEMENT DE MICRO/NANO PROBING SPECIALISE PHOTONIQUE

1.2.1 ENCEINTE OU CHAMBRE LOCALE DE PROTECTION OPTIQUE

Le titulaire proposera une enceinte interlockable ou une chambre locale permettant de maintenir l'échantillon dans le noir et d'assurer la sécurité optique autour de la plateforme en cas de manipulation de lasers. La solution peut être soit une enceinte englobant la station, soit une chambre locale englobant uniquement le chuck. Si ce dernier équipement assure également une protection électromagnétique et thermique cela sera un plus.

Si la solution proposée est une chambre locale, elle doit pouvoir être retirée par l'opérateur en cas de non nécessité.

1.2.2 SYSTEME DE POSITIONNEMENT A 6 DEGRES DE LIBERTE (HEXAPODE)

Le titulaire proposera un système de positionnement à 6 degrés de liberté (Hexapode) permettant l'approche automatisée à l'échelle nanométrique de fibres optiques et de réseau de fibres sur un composant. La station devra être compatible du positionnement de 2 hexapodes en face à face. Ces équipements devront pouvoir se fixer sur la station à minima en position EST et OUEST.

Le CNES dispose déjà d'un P-616 NanoCube® Nanopositioner (de Physik Instrumente) pouvant être intégré au futur système.

Les 2 systèmes de positionnement hexapode seront proposés sous forme d'option pour pouvoir être ajouté indépendamment à la commande.

1.2.3 SYSTEME DE POSITIONNEMENT MOTORISE A 3 DEGRES DE LIBERTE

Le titulaire proposera un système de positionnement motorisé X/Y/Z compatible avec des bras RF ou porte fibre optique, incluant un système d'ajustement manuel de l'angle d'incidence et de la planéité de la fibre optique (actionneur manuel selon 2 axes). Ce système motorisé micrométrique sera compatible avec l'ajout d'un NanoCube® Nanopositioner pour une approche nanométrique de la surface.

1.2.4 KIT ET SUITE LOGICIELLE DE PILOTAGE ET D'ALIGNEMENT AUTOMATIQUE D'UNE FIBRE ET D'UN RESEAU DE FIBRES OPTIQUES

Le titulaire fournira un Kit permettant l'alignement automatique de la fibre (ou du réseau de fibre) avec l'échantillon pour un couplage vertical (pouvant être upgradé pour du couplage horizontal).

Ce kit comprendra :

- Une suite logicielle pour le pilotage des outils de positionnement motorisé et piezo, compatible avec un PC tournant sous Windows 11 (et pouvant évoluer vers les futures versions de l'OS), notamment afin d'avoir une optimisation du couplage optique entre la fibre ou le réseau de fibres et l'échantillon (avec l'intégration d'un powermeter instrumenté pour la routine d'optimisation du couplage).
- Un bras permettant le maintien de la fibre (ou réseau de FO) sur le positionneur.
- Une base porte échantillon spécifiquement dédiée à l'alignement de fibre optique sur des échantillons photoniques en boîtier ou puces nues.
- Un powermeter à proximité du chuck afin de pouvoir mesurer la puissance optique en sortie de fibre sur positionneur.
- Un système de détection de l'approche de la surface de l'échantillon à monter sur le bras photonique pour approcher la surface en douceur et maîtriser la distance. (Capteur capacitif ou optique)

1.3 INSTALLATION, FORMATION, GARANTIE, MAINTENANCE ET SUPPORT

Une formation des opérateurs sera réalisée sur site, pour au moins 5 personnes.

Le fournisseur garantira les performances de son installation sur site. Il prendra en charge les adaptations si des écarts sont constatés par rapport à son engagement.

Le fournisseur proposera un contrat de maintenance sur 5 ans comprenant les maintenances préventives annuelles, la prise en charge des pièces d'usure ainsi que des pièces standards.

Le matériel proposé pourra être un équipement d'occasion. Le fournisseur sera en mesure d'assurer un service de support et de maintenance réactif et efficace pendant une durée minimum de 10 ans.

EXIGENCES GENERALES

1.4 EXIGENCES ENVIRONNEMENTALES

Il est demandé au futur titulaire de minimiser l'impact environnemental de sa prestation. La réutilisation de matériel d'occasion est à envisager et la recherche d'une durée de vie maximale des équipements livrés est à effectuer.

Le soumissionnaire présentera ses compétences et références en matière de sobriété numérique, d'écoconception des logiciels (ex. optimisation du code, paramétrage sobre, architecture modulaire et frugale) et d'écoconception des matériels, visant à intégrer les bonnes pratiques de la norme ISO14062 dans la conception.

Le soumissionnaire présentera sa politique de déplacements visant à limiter les impacts environnementaux.

Le soumissionnaire proposera des optimisations du temps passé sur les sites du CNES.

Il pourra s'appuyer sur la présentation d'indicateurs tels que :

- Evolution du nombre de consultants formés à l'écoconception
- Nombre de projets ayant intégré une démarche d'écoconception logicielle ou matérielle
- Estimation des émissions de GES générées par les déplacements effectués dans le cadre du marché

Ils pourront être complétés par tout indicateur jugé pertinent par le soumissionnaire, comme une estimation des émissions de CO2 évitées grâce aux choix d'écoconception.

Ils pourront être complétés par tout indicateur jugé pertinent par le soumissionnaire, comme une estimation des émissions de CO2 évitées grâce aux choix d'écoconception.

1.5 LIEU(X) DE REALISATION DES PRESTATIONS

Centre Spatial de Toulouse

PLANNING DE REALISATION ET FOURNITURES

1.6 DU SOUMISSIONNAIRE VERS LE CNES

Commande de l'équipement avant le 12 décembre 2025.

Fourniture du système sur site de Toulouse avant le 30 juin 2026.