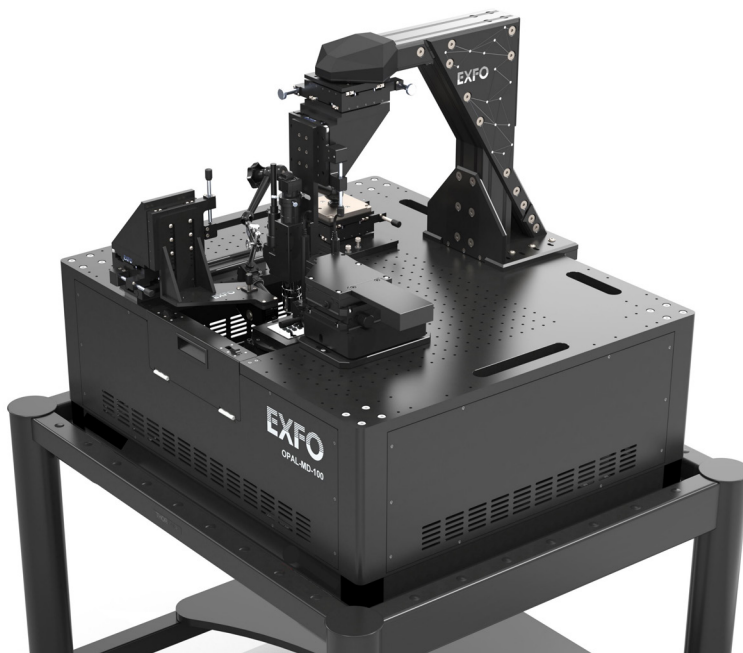


OPAL-MD – Test multi-puces

STATION DE TEST AUTOMATISÉE POUR LA PHOTONIQUE INTÉGRÉE

- Test précis, automatisé, rapide et rentable des circuits intégrés photoniques (PIC) avec des résultats traçables.



CARACTÉRISTIQUES CLÉS

Caractérisation de plusieurs matrices singulées en une seule exécution automatisée

Plateforme complète de test PIC pour un alignement optique et un sondage électrique précis et répétable

Préparation, exécution automatisée (navigation, alignement, contrôle de l'instrument) et gestion des données (dépôt, analyse) avec la suite logicielle EXFO Pilot incluse

Conception flexible avec des têtes RF/DC optiques et électriques repositionnables

Différentes options de têtes de sonde, selon les besoins : Modèles de têtes optiques avec jusqu'à 6 axes motorisés pour le couplage de surface et de bord avec des fibres simples ou des réseaux de fibres ; têtes électriques avec des axes manuels ou motorisés

APPLICATIONS

De la R&D à la production pilote, en passant par la vérification de la conception et le développement des processus

Test automatisé de plusieurs matrices isolées à partir d'un tirage de plaquettes de silicium multi-projets

Indépendant du DUT : permet de tester des puces isolées (de l'unité à la dizaine), des réticules, des découpes personnalisées, des barres et des plaquettes. Tous les échantillons jusqu'à 100 × 100 mm.

Analyse approfondie de la performance et du rendement des circuits statistiques

Tests optoélectroniques sur toute plateforme photonique intégrée : silicium photonique, phosphore d'indium, III-V, polymère, hétérogène

Agrégation d'applications : transpondeurs télécoms et datacoms, quantum, LIDAR, capteurs, IA pour le couplage de surface et de bord avec une seule fibre ou un réseau de fibres jusqu'au prototypage et à la production pilote

SÉRIE OPAL

La station OPAL-MD fait partie de la famille OPAL de stations de test dédiées aux tests PIC, offrant différents niveaux de performance, de capacité et de débit. Ces stations de test sont les suivantes :

- OPAL-SD : une station monopuce
- OPAL-MD : une station multi-puces
- OPAL-EC : une station de couplage de bords au niveau de la tranche de silicium

Toutes les stations de test sont pilotées par le logiciel EXFO Pilot. Par conséquent, le processus de test et la formation des utilisateurs développés sur une station sont entièrement transférables à une autre station de la famille OPAL. Les têtes optiques, les têtes électriques, les systèmes de vision et les kits informatiques sont également transférables d'une station à l'autre, ce qui réduit les obstacles à la mise à niveau du matériel.

	OPAL-SD	OPAL-MD	OPAL-EC
DUT	Monopuce	D'une seule puce à plusieurs puces	Monopuce jusqu'à une plaquette de 8 pouces
Zone de travail (mm)	50 × 50	100 × 100	Φ300
Mode de couplage	Couplage de surface et de bord		
Alignement	Manuel ou automatisé	Automatisation complète	Automatisation complète
Mandrin	Température ambiante ou 0 °C à 150 °C (32 °F à 302 °F) 3 zones de vide	Température ambiante ou 0 °C à 150 °C (32 °F à 302 °F) 4 zones de vide	Température ambiante ou 5 °C à 200 °C (41 °F à 392 °F) 4 zones de vide
Platine de rotation	Rotation manuelle : 20°	Rotation motorisée : 15°	Rotation motorisée : 105°
Configuration des sondes	Sondes optiques et électriques, jusqu'à 4		
Logiciel EXFO Pilot	L'exécution du plan de test, l'automatisation, l'analyse et une licence sont inclus dans la station		

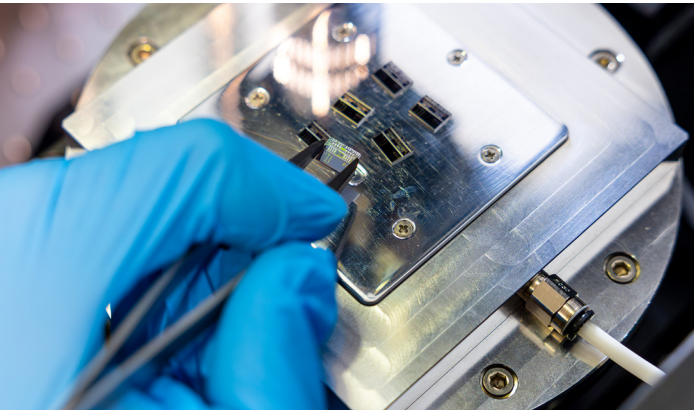


Figure 1. Test de plusieurs puces isolées en même temps avec une base motorisée et une navigation automatisée.

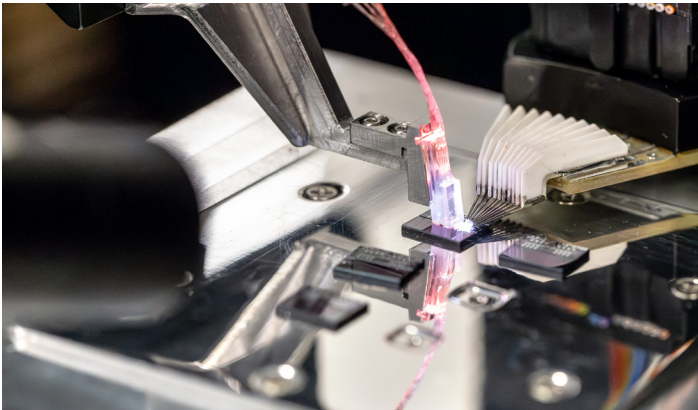


Figure 2. Configuration de test comprenant l'OPAL-MD d'EXFO, le logiciel EXFO Pilot, les lasers CTP10, T500S ou T200S et une unité SMU tierce, dans le cadre d'une solution complète et automatisée de test et de gestion des données pour la caractérisation optique des circuits intégrés photoniques.

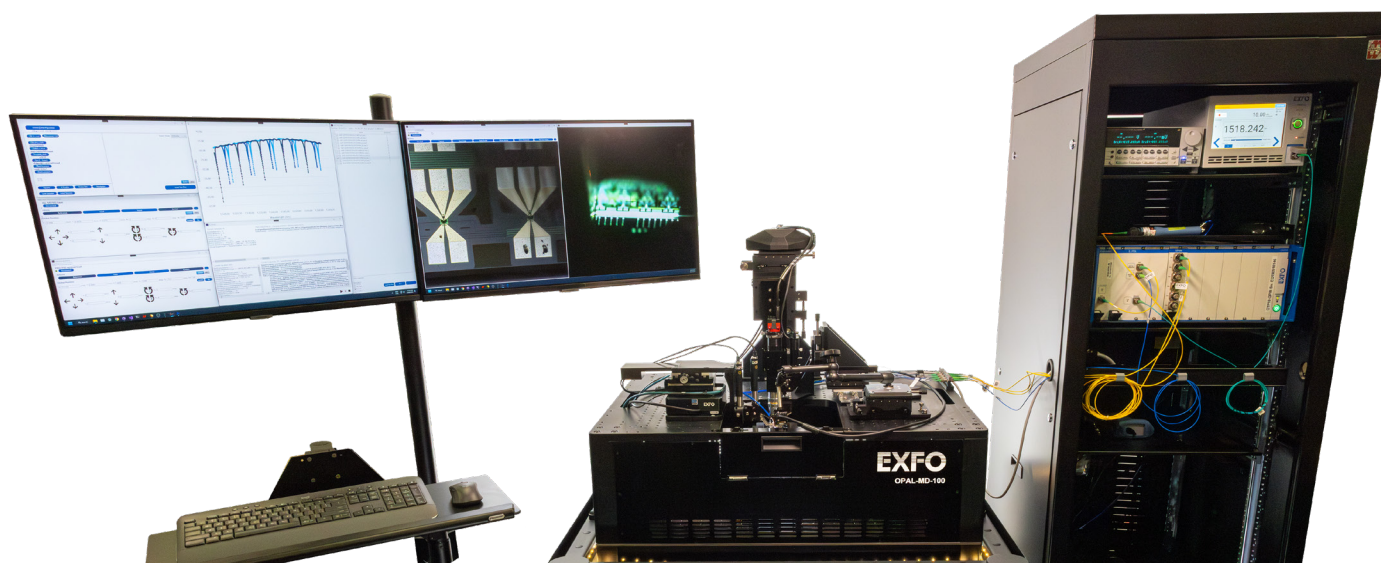


Figure 3. Sondes optiques et électriques. Illustrées ici avec un réseau de fibres pour le couplage de surface et une sonde CC. Sondes non incluses.

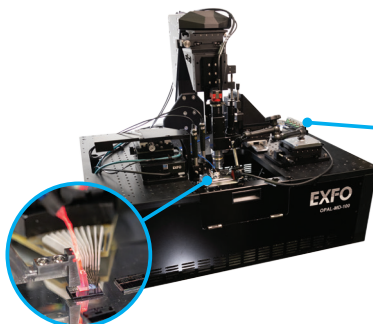
PLATEFORME OPAL-MD

La station de test multi-puces OPAL-MD est la pierre angulaire de la solution de caractérisation haute performance d'EXFO pour la photonique intégrée, avec un matériel précis, reproductible, flexible et rapide. La suite logicielle EXFO Pilot améliore les capacités matérielles de l'OPAL-MD pour fournir une station de test automatisée et une source de mesures de qualité qui peuvent être transformées en données exploitables. La suite complète d'applications est une plateforme qui prend en charge l'ensemble du flux de test et de mesure et aide les utilisateurs à s'appuyer davantage sur les données. Combinée aux capacités de mesure optique avancées d'EXFO et ouverte à tout instrument tiers, l'OPAL-MD est une plateforme complète pour les tests PIC.

EXFO Pilot software for
automation and data repository



OPAL station for
precise probing



Industry-leading EXFO instruments
for full optical characterization



+ Third-party instruments

Figure 4. La plateforme EXFO pour les tests multi-puces comprend la station de test OPAL-MD, le logiciel EXFO Pilot et les instruments de test et de mesure EXFO pour la caractérisation optique PIC. Des instruments tiers peuvent être ajoutés et contrôlés par EXFO Pilot.

Le matériel de la station se compose d'un système de positionnement à 4 axes motorisé, pouvant accueillir un ou plusieurs échantillons sur une surface de $100 \times 100 \text{ mm}^2$, avec contrôle thermique en option. La station peut accueillir jusqu'à quatre têtes de sonde pour les sondes optiques ou électriques. Elle comprend également un système de vision haute résolution en ligne à champ clair et un système de vision latérale télécentrique.


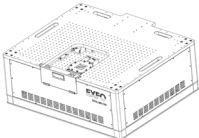

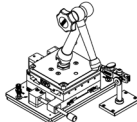


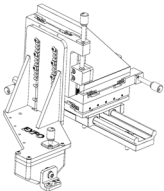
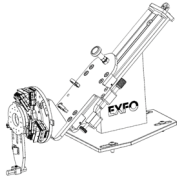
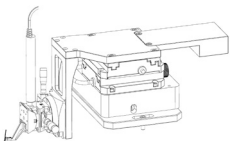
L'OPAL-MD comprend une licence dédiée pour la suite logicielle EXFO Pilot, installée sur un ordinateur industriel monté en rack.

La haute résolution et la répétabilité du système de mouvement de base et de la tête optique motorisée se traduisent par une réduction de la perte d'insertion et de la marge d'erreur sur les mesures optiques.

En permettant de tester efficacement plusieurs matrices et circuits, en une seule exécution de test, la station de sondage OPAL-MD est efficace pour constituer un ensemble de données complet et précis. Ces données peuvent être utilisées pour analyser et extraire les variations de fabrication spécifiques à la fonderie, les performances du système et le rendement. Ces informations sont également précieuses pour faire évoluer la R&D vers des circuits à haute performance et tolérants à la fabrication.

COMPOSANTS DE LA PLATEFORME OPAL-MD-100

Une station de test se compose du système principal OPAL-MD et du logiciel EXFO Pilot, avec un mandrin thermique en option. Les types de têtes de palpation (optiques et électriques) et le nombre d'unités doivent être ajoutés pour obtenir un système complet, en fonction des besoins.

COMPOSANTS		DESCRIPTION
SYSTÈME PRINCIPAL OPAL-MD	Mandrin 	TA : température ambiante, mandrin avec supports multi-matrices à vide. Options de connexion électrique en surface. TCH ^a : Mandrin à commande thermique avec capacités de chauffage et de refroidissement.
	Platine de positionnement des wafers 	Positionnement multi-filière motorisé à 4 axes. Plaque à pain optique.
	Système de vision  	Système vidéo supérieur à haute résolution avec grossissement 10X utilisant un éclairage coaxial en ligne et une caméra couleur de 2,9 MP sur réglage manuel XYZ. Caméra couleur 2,9 MP à bascule magnétique, vue latérale, avec grossissement télécentrique 3X sur réglage manuel XY et bras flexible. D'autres grossissements/configurations sont disponibles sur demande.
	Composants supplémentaires 	PC industriel à montage en rack et accessoires. Un moniteur de 27 pouces. Tous les lecteurs et câbles.
	Licence dédiée à l'application EXFO Pilot 	Suite logicielle complète pour le test et la mesure de PIC. Automatisation et contrôle de la station de test, des instruments et des données pour une traçabilité et une fiabilité absolues des résultats qui sont prêts pour les rapports et l'IA. Une licence dédiée à vie. Des licences flottantes supplémentaires sont disponibles, pour une collaboration multi-utilisateurs depuis n'importe où.
TÊTES DE PALPAGE ^b	Têtes électriques^c 	PRE-00 : positionneurs manuels de palpeurs électriques à 4 axes. Alignement précis et grande plage de déplacement. Porte-sondes compatibles avec la plupart des sondes DC et RF. PRE-MO : positionneurs de sondes électriques motorisées, axe XYZ, résolution de 200 nm.
	Têtes optiques^d  	PRO-H : Hexapode piézoélectrique motorisé à 6 axes (résolution de 1 nm) pour un fonctionnement précis et rapide. Pour le couplage de bord et le couplage de surface. Dispose d'une fonctionnalité de point de pivot virtuel. Idéal pour la R&D. PRO-S : servoaligneur DC motorisé jusqu'à 6 axes (déplacement XY de 25 mm, résolution de 10 nm). Réglage motorisé du pas (angle d'injection) et réglage angulaire manuel du roulis et du lacet. Pour le couplage de surfaces et de bords. Idéal pour les scénarios de production. PRO-ECO : Aligneur à 6 vis (25 mm) et motorisé à 6 axes. Idéal pour le couplage de surface. Plusieurs options de supports de sondes optiques sont disponibles, avec différentes configurations et angles pour le couplage de surface et de bord, de la fibre unique au grand réseau de fibres.

a. Le fonctionnement à des températures inférieures à 0°C nécessite l'option d'un boîtier supérieur pour éviter le gel de l'eau.

b. Les sondes optiques (réseau de fibres, fibres) et les sondes électriques (DC, RF) ne sont pas incluses dans le système. Si ces composants sont nécessaires, veuillez contacter un représentant d'EXFO.

c. Comprend un support de sonde compatible avec la plupart des sondes DC et RF.

d. Comprend un support de sonde.

SPÉCIFICATIONS

Une station de test OPAL-MD standard comprend : un système de mouvement de platine de mandrin OPAL-MD-100, un mandrin TA, un système de vision supérieure et latérale, un PC avec licence logicielle EXFO Pilot et des accessoires.

SYSTÈME DE MOUVEMENT DE LA PLATINE DU MANDRIN		
OPAL-MD-100		
MÉCANIQUE		
Axe X, axe Y	Plage de déplacement (mm)	100
	Résolution (µm)	0.15
	Précision, typique (µm)	1
	Répétabilité bidirectionnelle, typique (µm)	1
	Vitesse maximale du processus (mm/s)	20
	Type de moteur	Roulement à billes, moteur pas à pas
Axe Z	Plage de déplacement (mm)	4.8
	Résolution (µm)	0.06
	Précision, typique (µm)	0.6
	Répétabilité bidirectionnelle, typique (µm)	0.1
	Vitesse maximale (mm/s)	5
	Type de moteur	Roulements linéaires à billes, moteur à courant continu
Axe Rz	Gamme de voyage	15°
	Résolution	0,9 arcsec; 0,00025°
	Précision, typique	36 arcsec; 0,01°
	Répétabilité bidirectionnelle, typique	9 arcsec; 0,0025°
	Vitesse maximale (degrés/s)	20
	Type de moteur	Roulements à rouleaux croisés, moteur pas à pas

MANDRIN		
Nom de l'option	TA-F	TH1-G/F
Zone de travail (mm)	100 × 100, carré	100 × 100, carré
Gamme de produits ^a	Ambiant	Point de condensation (>0 °C) (32 °F) à 150 °C (302 °F)
Résolution	-	0.01 °C (32 °F)
Stabilité	-	0.05 °C (32 °F)
Taux de chauffage	-	20 °C/min (68 °F/min)
Taux de refroidissement	-	-10 °C/min (14 °F/min)
Zones de vide ^{b, c}	4 zones indépendantes	4 zones indépendantes
Raccordement électrique ^d	Flottant (F)	Mise à la terre (G)/Flottant (F)

INFORMATION DE COMMANDE		
OPAL-MD-100-TA-F Mandrin ambiant flottant, 100 mm, coaxial	OPAL-MD-100-TH1-G Mandrin thermique 100 mm (0 °C-150 °C), ancré	OPAL-MD-100-TH1-F Mandrin thermique 100 mm (0 °C-150 °C), flottant, coaxial

a. D'autres plages de température sont disponibles sur demande.

b. Des modèles et des zones de vide personnalisés sont disponibles sur demande.

c. Des plaques d'adaptation au vide génériques et personnalisées sont disponibles sur demande.

d. Autres options de connexion électrique disponibles sur demande.

SYSTÈME DE VISION DU DESSUS

SUPPORT DE BASE MÉCANIQUE	
Montage	Compatible avec les cartes optiques métriques et impériales, à 90° et 45°
Plage de déplacement des axes X, Y, Z (mm)	48
Déplacement/révolution des axes X et Y (mm)	1.41
Déplacement/révolution de l'axe Z (mm)	0.3175
SYSTÈME DE VISION	
Grossissement (X)	10
Ouverture numérique	0.28
Profondeur de champ (µm)	3.6
Champ de vision horizontal (mm)	0.88
Distance de travail (mm)	34
Résolution (MP)	2.9
Fréquence d'images maximale (fps)	144
Format du capteur (pouces)	2/3
Type de capteur	Couleur, obturateur global, 12 bits
Longueur d'onde	Visible
Type d'éclairage	Unité de microscope vidéo en ligne, éclairage LED

INFORMATION DE COMMANDE

OPAL-TVSV-00 Système de vision autonome (sans support)

OPAL-TVSW Système de vision avec support multi-puces et wafer, ainsi que réglage manuel XYZ

SYSTÈME DE VISION LATÉRALE

SUPPORT DE BASE MÉCANIQUE	
Positionnement mécanique	Réglage grossier manuel 6D avec bras articulé, platine de translation manuelle XY
Montage	Compatible avec les cartes optiques métriques et impériales, à 90° et 45°
Plage de déplacement des axes X, Y (mm)	48
Déplacement/révolution des axes X et Y (mm)	1.41
SYSTÈME DE VISION	
Type d'objectif	Télécentrique
Grossissement ^a (X)	3
Ouverture numérique	0.093
Champ de vision (mm)	2,9 × 2,2
Distance de travail ^b (mm)	65
Plage de longueurs d'onde	Visible
Résolution (MP)	2.9
Fréquence d'images maximale (fps)	144
Format du capteur (pouces)	2/3
Type de capteur	Couleur, obturateur global, 12 bits
Longueur d'onde	Visible

INFORMATION DE COMMANDE

OPAL-SVS-00

a. Autres options de grossissement (0,5X, 1X, 2x, 4X, 6X, 8X) disponibles sur demande.

b. D'autres distances de travail (40 mm, 110 mm) sont disponibles sur demande.

TÊTE OPTIQUE ^a			
Nom de l'option	PRO-H	PRO-S	PRO-ECO
Axe motorisé	X, Y, Z, Rx, Ry, Rz	X, Y, Z, Rx, Ry, Rz ^b	X, Y, Z, Rx, Ry, Rz
Configuration de l'appareil	Hexapode parallèle, piézoélectrique ^d	Pile en série, servo CC	Pile en série, vis
Trajectoire de l'axe X (mm)	20	25	
Trajectoire de l'axe Y (mm)	11	25	
Trajectoire de l'axe Z (mm)	20	4.8	12.5
Résolution de l'axe X (nm)	1	10	200
Résolution de l'axe Y (nm)	1	10	200
Résolution de l'axe Z (nm)	1	60	25
Répétabilité de l'axe X (nm)	Unidirectionnel : 50	Bidirectionnel : 70	Bidirectionnel : 1250
Répétabilité de l'axe Y (nm)	Unidirectionnel : 50	Bidirectionnel : 70	Bidirectionnel : 1250
Répétabilité de l'axe Z (nm)	Unidirectionnel : 50	Bidirectionnel : 250	Bidirectionnel : 125
Course de l'axe Rx (°)	23	10	
Course de l'axe Ry (°)	38	10	
Course de l'axe Rz (°)	26	10	
Résolution de l'axe Rx (arcsec)	0.04	4	
Résolution de l'axe Ry (arcsec)	0.04	4	
Résolution de l'axe Rz (arcsec)	0.04	4	
Répétabilité de l'axe Rx (arcsec)	Unidirectionnel : 1,5	7	
Répétabilité de l'axe Ry (arcsec)	Unidirectionnel : 1,5	7	
Répétabilité de l'axe Rz (arcsec)	Unidirectionnel : 1,5	7	
Point de pivot virtuel complet	Oui	Non	
Inclus ^c	Support de fibre/réseau		

INFORMATIONS POUR LA COMMANDE			
	PRO-H-61-20	PRO-S-XX-20	PRO-ECO-60-20
		xx = 30 3 axes motorisés (XYZ) et 3 axes manuels (Rx, Ry et Rz) xx = 40 4 axes motorisés (XYZ et Rx) et 2 axes manuels (Ry et Rz) xx = 41 4 axes motorisés (XYZ et Ry) et 2 axes manuels (Rx et Rz) xx = 42 4 axes motorisés (XYZ et Rz) et 2 axes manuels (Rx et Ry) xx = 50 5 axes motorisés (XYZ et RxRy) et 1 axe manuel (Rz) xx = 51 5 axes motorisés (XYZ et RxRz) et 1 axe manuel (Ry) xx = 52 5 axes motorisés (XYZ et RyRz) et 1 axe manuel (Rx) xx = 60 6 axes motorisés (XYZ et RxRyRz)	

a. D'autres options et configurations optiques sont disponibles sur demande.

b. Différentes configurations sont disponibles. Les axes X, Y et Z sont toujours motorisés et les angles peuvent être motorisés, jusqu'à 6 axes au total. Les spécifications indiquées ici concernent tous les axes motorisés. Le déplacement peut varier pour la version manuelle.

c. Plusieurs options sont disponibles pour les configurations de couplage de surface et de bord, plusieurs angles sont disponibles.

d. Piézo équipé d'unités d'entraînement interchangeables pour un remplacement facile et rapide sans avoir à démonter entièrement le système de positionnement.

TÊTE ÉLECTRIQUE

Nom de l'option	PRE-00	PRE-M0
Type d'étapes de traduction	Manuel	X, Y, Z motorisés, angle de sonde manuel
Plage de déplacement des axes X, Y (mm)	48	50
Plage de déplacement de l'axe Z (mm)	48	25
Résolution des axes X, Y, Z (nm)	-	100
Répétabilité des axes X, Y et Z (µm)	-	1, bidirectionnel, typique : 0,3
Précision des axes X, Y et Z (µm)	Typique : 2	5
Vitesse des axes X, Y, Z (mm/s)	-	5
Déplacement/révolution des axes X, Y, Z (mm/rév)	0.3	-
Course d'inclinaison	10°	10°
Course de l'échelon grossier Z (mm)	Min : 6,35 Max : 56	Min : 12,5 Max : 100

INFORMATION DE COMMANDE

PRE-00-20	PRE-M0-20
-----------	-----------

LOGICIEL D'AUTOMATISATION EXFO PILOT

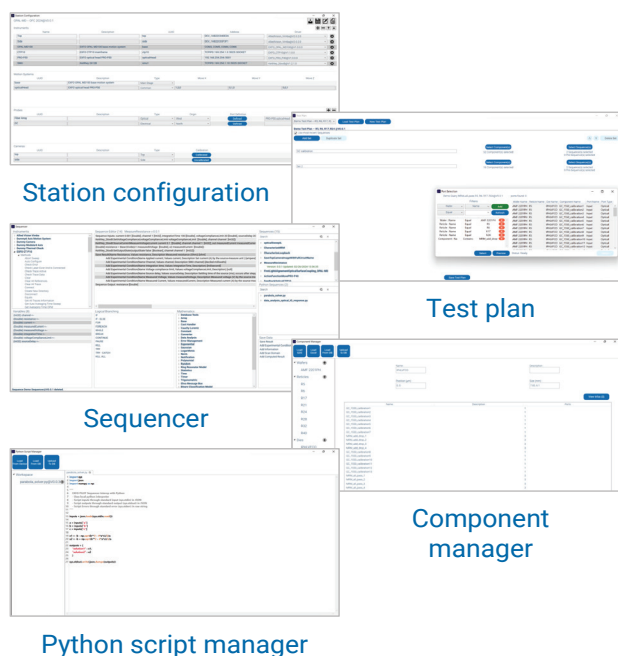
EXFO Pilot est une plateforme logicielle qui orchestre le flux complet des tests et mesures PIC : (i) préparation des tests, (ii) exécution de la navigation, de l'alignement et des mesures entièrement automatisés à haut débit et (iii) analyse et gestion des données des résultats.

Connect & launch

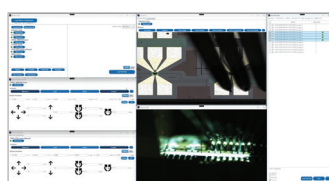


EXFO Pilot app

Prepare

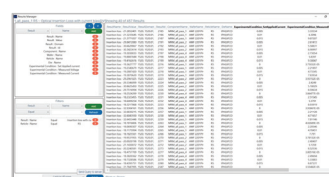


Execute



Station app

Analyze



Result manager

Figure 5. L'application EXFO Pilot : Préparez - Exécutez - Analysez avec une seule suite logicielle.

PUISSANT ET ÉVOLUTIF

De l'architecture de l'application à la mise en œuvre, le logiciel est conçu pour être évolutif en temps et en volume et aide à mettre en œuvre les meilleures pratiques. Il rationalise l'automatisation des tâches (préparation, analyse des données, rapports) et des mesures (navigation, alignement, contrôle des instruments) pour accroître l'efficacité. Il est composé de multiples applications, chacune conçue pour sa tâche spécifique, avec des concepts et des responsabilités découplés.

L'application PREPARE d'EXFO Pilot aide à définir les composantes à tester, les instruments utilisés, la façon de tester et ce qu'il faut tester. Les scripts Python existants peuvent également être facilement inclus dans le processus de test. L'application EXECUTE offre des moyens manuels et entièrement automatisés d'exécuter les tests et de contrôler les instruments et la station connectés. Les applications ANALYZE permettent d'interroger la base de données et d'obtenir des informations pertinentes pour une caractérisation particulière.

AVANTAGES DE LA BASE DE DONNÉES

À la base de toutes les applications, le logiciel est relié à une base de données (dans le nuage ou sur site), qui agit comme un référentiel de données pour tous les éléments (résultats et conditions expérimentales, configuration de la station, définition des tests, définition des composants, pilotes, scripts Python). Il permet donc une collaboration multi-utilisateurs et multi-sites avec un espace de travail commun partagé des données. La base de données est relationnelle, traçable et évolutive à haut volume, ce qui rend le système nativement compatible et conçu pour supporter des outils avancés d'analyse de données, d'intelligence artificielle et de business intelligence par le biais d'outils intégrés ou par interopérabilité.

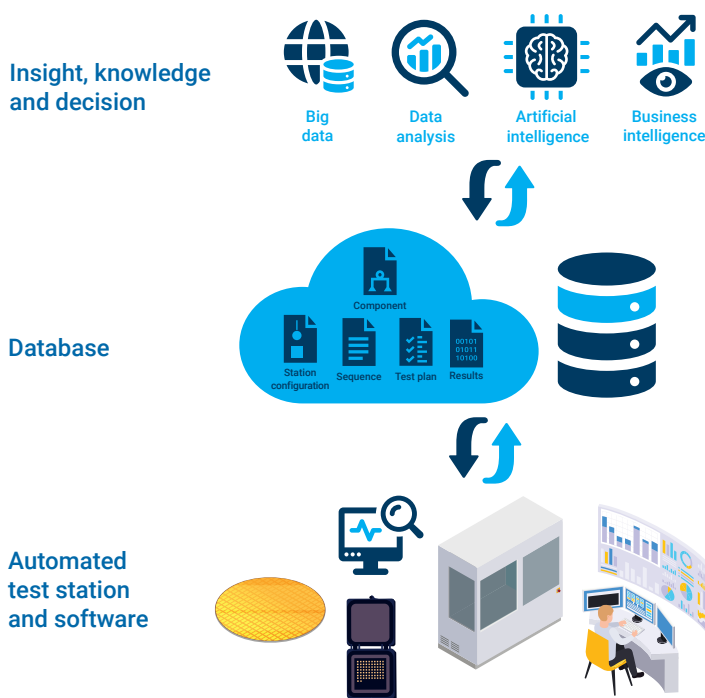


Figure 6. Les stations de test OPAL et le logiciel EXFO Pilot automatisent les tests PIC avec des fonctionnalités puissantes et évolutives, en utilisant plusieurs applications liées à une base de données collaborative pour l'analyse avancée des données et l'IA.

CONFIGUREZ VOTRE STATION

La plateforme OPAL-MD offre un environnement de test flexible permettant de créer une configuration personnalisée, qui peut être modifiée à tout moment selon les besoins, réduisant ainsi les exigences en matière de conception de test (DfT). Les têtes optiques et électriques peuvent être positionnées autour de la plaquette ou de la puce testée dans n'importe quelle orientation cardinale (est/ouest/nord/sud), jusqu'à un total de quatre.

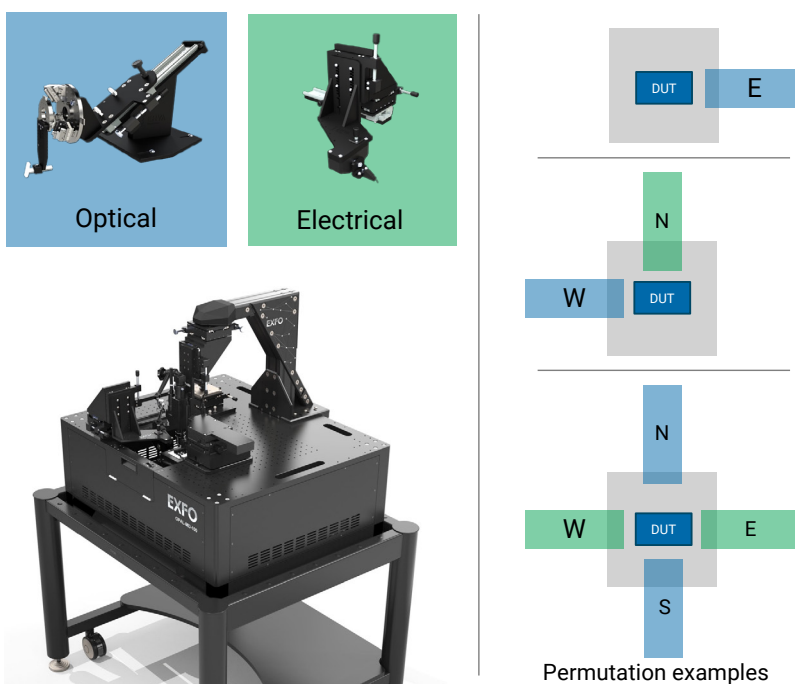


Figure 7. Reconfiguration des têtes de sonde optiques et électriques OPAL-MD à tout moment pour un rééquipement rapide.

SPÉCIFICATIONS GÉNÉRALES - SYSTÈME PRINCIPAL	
Taille (H x L x P)	1500 mm x 1095 mm x 945 mm (59 po x 43 1/8 po x 37 1/4 po)
Poids (kg) ^a	350 kg (771,6 lb)
Environnement opérationnel ^b	A utiliser dans un environnement propre pour éviter les variations de température, les vibrations, l'humidité et la poussière
Base	Châssis de base avec isolation passive contre les vibrations, boîtiers et pieds
Nombre maximal de têtes électriques ou optiques	Jusqu'à 4
Plaque d'éveil optique	Grille de trous de montage filetés M6, espacement des trous de 25 mm, anodisé noir pour réduire les reflets
Ordinateur de bureau	Montage en rack 3U industriel, processeur Intel i7, 2 x 16 Go de RAM DDR5, SSD 1 To, GPU Nvidia RTX 5060, 3 ports Ethernet, plusieurs ports USB, emplacements PCIe supplémentaires, Windows 11 Pro, souris et clavier inclus
Écran	1 x 27 pouces
Câbles, alimentation, lecteur, contrôleurs	Tous inclus
Ports de communication supplémentaires sur la station de base pour l'équipement	Ethernet Cat 6 RJ45, USB-A 3.0

Remarque : Utilisez le système dans un environnement à faibles vibrations. Des vibrations excessives du sol ou de l'acoustique peuvent avoir un impact négatif sur les performances du système. Bien que la base de la station comprenne un système d'isolation passive des vibrations, le niveau de vibration attendu pour le fonctionnement de l'OPAL-MD-100 doit être égal ou inférieur à la courbe des critères de vibration VC-A pour obtenir les meilleures performances, en particulier pour l'alignement de l'accouplement de bord. La vitesse doit être inférieure à 50 µm/s, lorsqu'elle est mesurée par les bandes de tiers d'octave de fréquence sur 8 à 80 Hz. À ce niveau, les vibrations ne sont pas perceptibles. Sinon, contactez-nous pour plus d'informations sur un système actif d'amortissement des vibrations.

a. La masse exacte du système principal dépend de la configuration choisie.

b. Utilisez le système dans un environnement contrôlé. Les variations de température de l'environnement dégraderont les performances.

DESSINS TECHNIQUES

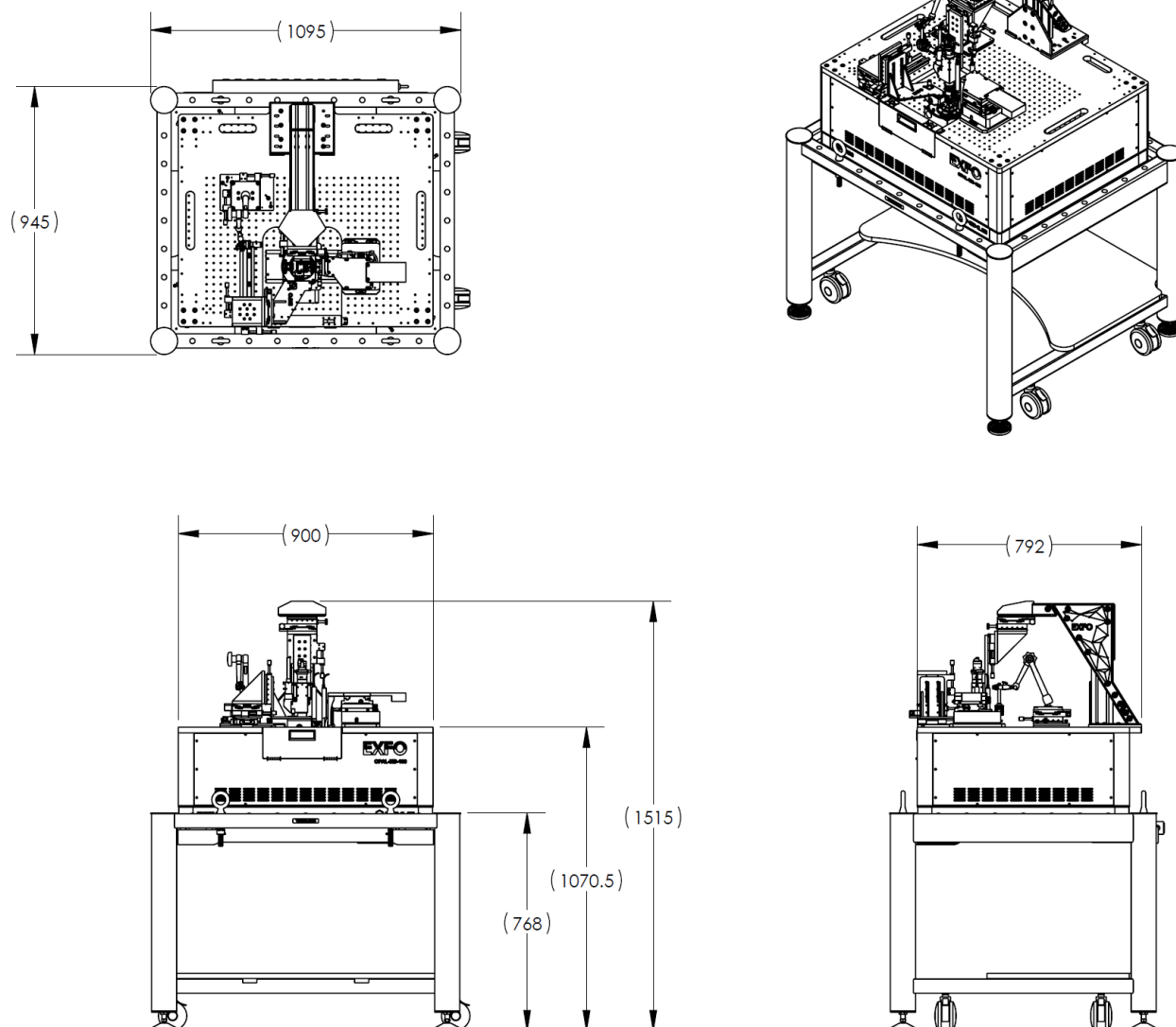


Figure 8. Dessin technique du système principal OPAL-MD-100 avec dimensions en millimètres. Illustré avec une (1x) tête optique PRO-S-40, une (1x) tête électrique manuelle PRE-00 et un (1x) châssis de base. Non illustré : PC industriel monté en rack et kit informatique (moniteur, clavier, souris) inclus. Également non représentés : refroidisseur et contrôleur de mandrin thermique inclus avec l'option -TH1, ainsi que l'équipement de test optique et électrique. Configuration non définitive.

EXFO – Siège social T +1 418 683-0211 **Sans frais** +1 800 663-3936 (États-Unis et Canada)

EXFO sert plus de 2 000 clients dans plus de 100 pays. Pour trouver les coordonnées de votre bureau local, visitez la page [EXFO.com/fr/contactez-nous](https://www.exfo.com/fr/contactez-nous).

Pour obtenir l'information la plus récente sur l'indication des numéros de brevets, veuillez vous reporter au site suivant : [EXFO.com/en/patent](https://www.exfo.com/en/patent). EXFO détient une certification ISO 9001 et garantit la qualité de ces produits. EXFO n'a négligé aucun effort pour s'assurer que l'information présentée dans cette fiche technique est exacte. Cependant, nous n'acceptons aucune responsabilité que ce soit pour toute erreur ou omission. D'autre part, nous nous réservons le droit de modifier la conception, les caractéristiques et les produits en tout temps sans obligation. Les unités de mesure utilisées dans ce document sont conformes aux normes et aux pratiques du système international (SI). De plus, tous les produits fabriqués par EXFO sont conformes à la directive DEEE de l'Union européenne. Pour en savoir plus, visitez la page [EXFO.com/fr/entreprise/responsabilite-sociale](https://www.exfo.com/fr/entreprise/responsabilite-sociale). Communiquez avec EXFO pour connaître les prix et la disponibilité de l'équipement ou obtenir le numéro de téléphone de votre distributeur EXFO local.

Pour obtenir la version la plus récente de cette fiche technique, visitez la page [EXFO.com/fr/ressources/documents-techniques](https://www.exfo.com/fr/ressources/documents-techniques).

En cas de divergence, la version affichée sur le Web a préséance sur toute documentation imprimée.