

# OPAL-EC – Test de couplage de bord au niveau de la plaquette

## STATION DE TEST AUTOMATISÉE POUR LA PHOTONIQUE INTÉGRÉE

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



### CARACTÉRISTIQUES CLÉS

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

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 individuelles ou des réseaux de fibres ; têtes électriques avec axes manuels ou motorisés

Meilleure répétabilité de sa catégorie pour les têtes de sonde optiques et les systèmes de mouvement de base

Premier test de couplage de bord multiport au niveau de la plaquette de silicium dans l'industrie

Test de plaquettes, de rubans étirables, de matrices multiples ou de barres avec la même station

Conception flexible avec sondes optiques et RF/DC repositionnables

Compatible avec des plaquettes jusqu'à 12 pouces (300 mm)

### APPLICATIONS

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

Tests optoélectroniques sur des plateformes photoniques intégrées : photonique du silicium, phosphore d'indium, III-V, polymère, hétérogène

Analyse approfondie des performances statistiques des circuits et du rendement

Indépendant du DUT : peut tester des puces individuelles (une à plusieurs dizaines), des réticules, des découpes personnalisées, des barres, des plaquettes de 12 pouces

Indépendant de l'application : émetteurs-récepteurs de télécommunications et de communication de données, technologie quantique, 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-EC fait partie de la gamme OPAL de stations de test dédiées aux tests PIC, offrant différents niveaux de performances, de capacités 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
<b>DUT</b>	Monopuce	D'une seule puce à plusieurs puces	Monopuce jusqu'à une plaquette de 8 pouces
<b>Zone de travail (mm)</b>	50 × 50	100 × 100	Φ300
<b>Mode de couplage</b>	Couplage de surface et de bord		
<b>Alignement</b>	Manuel ou automatisé	Automatisation complète	Automatisation complète
<b>Mandrin</b>	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
<b>Platine de rotation</b>	Rotation manuelle : 20°	Rotation motorisée : 15°	Rotation motorisée : 105°
<b>Configuration des sondes</b>	Sondes optiques et électriques jusqu'à 4		
<b>Logiciel EXFO Pilot</b>	L'exécution du plan de test, l'automatisation, l'analyse et une licence sont inclus dans la station		

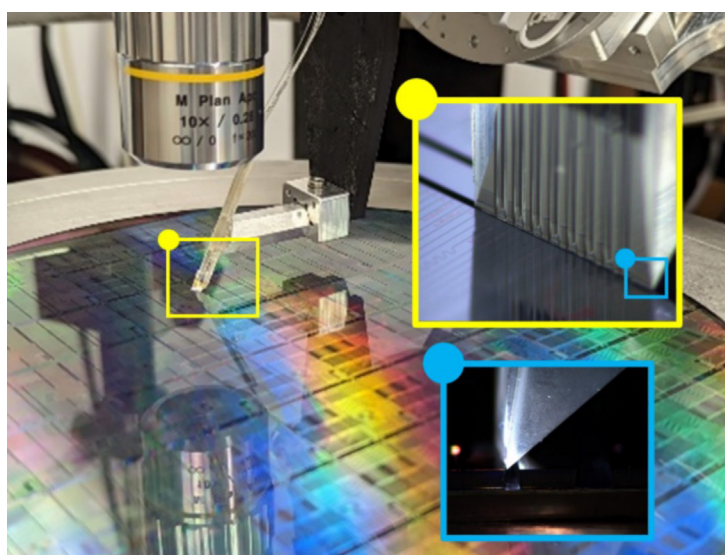
## PLATEFORME OPAL-EC

La station de test au niveau de la plaquette à couplage de bord OPAL-EC offre une caractérisation de pointe des composants photoniques intégrés grâce à un matériel précis, reproductible, flexible et rapide. La suite logicielle EXFO PILOT améliore les capacités matérielles de l'OPAL-EC en transformant le matériel en 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 avancées de mesure optique d'EXFO et ouverte à tout instrument tiers, cette plateforme complète est la solution idéale pour les tests PIC.



*Plateforme EXFO pour les tests PIC au niveau des plaquettes, avec station de test OPAL-EC, logiciel EXFO Pilot et solutions de pointe EXFO pour la caractérisation optique PIC. Des instruments tiers peuvent être ajoutés et contrôlés par EXFO Pilot.*

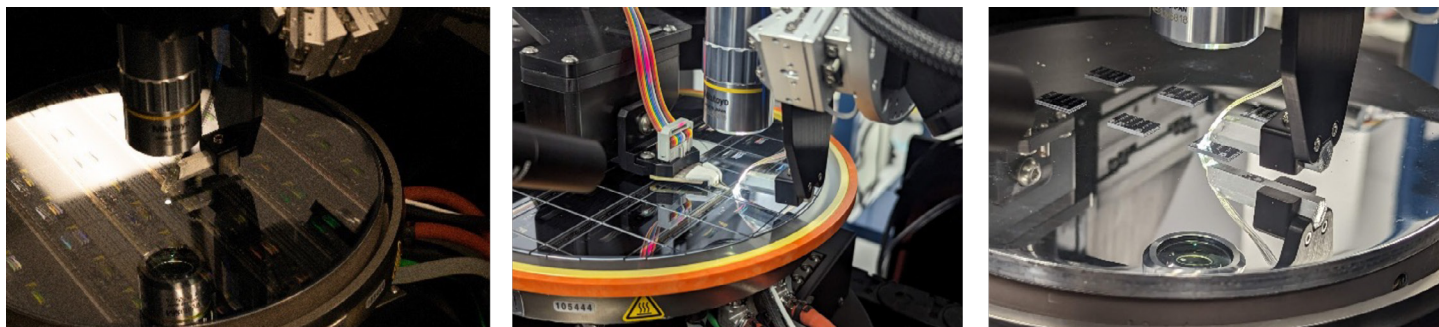
Le matériel de la station se compose d'un système de positionnement de plaquettes à 4 axes ultra-répétable, permettant une rotation de 105° avec un mandrin pouvant accueillir des plaquettes de 12 pouces (300 mm) avec contrôle thermique en option. Des plaques d'adaptation permettent de tester des puces individuelles, des barres et des puces multiples, ce qui fait de cette station une solution unique pour tous les formats. La station peut accueillir jusqu'à quatre têtes de sonde avec un choix de sondes optiques ou électriques. Elle comprend également un système de vision haute résolution en ligne à champ clair et des systèmes de vision latérale télécentriques. Le système comprend une licence dédiée pour le logiciel EXFO Pilot, installé sur un ordinateur industriel monté en rack.



*Couplage de bord dans une tranchée sur plaquette à l'aide d'un réseau de fibres spécial et de la station OPAL-EC-300.*

Une première dans l'industrie : les composants de pointe de la station permettent un alignement optique multi-ports entièrement automatisé et hautement reproductible au niveau de la tranche de silicium grâce au couplage par tranchée. Ce niveau de précision bouleverse la dépendance habituelle aux coupleurs à réseau de diffraction de surface comme substituts supplémentaires pour le criblage des puces au niveau de la plaquette. Cela permet de tester l'ensemble du circuit, y compris les ports de production qui seront utilisés pour l'emballage, beaucoup plus tôt dans la chaîne de production, ce qui élimine les étapes coûteuses et augmente le rendement global et les performances des circuits.

La même station d'essai peut également être rapidement reconfigurée in situ et utilisée pour l'alignement des couplages de surface.



*Nouveau test des mêmes circuits avec une seule station OPAL-EC tout au long de la chaîne de processus : de la plaquette aux puces individuelles sur bande extensible, en passant par plusieurs puces dépopulées sur un adaptateur de plaque. Ici, avec couplage optique de surface et sonde CC.*

## COMPOSANTES DE LA PLATEFORME OPAL-EC

Une station de test se compose de la station principale OPAL-EC avec le logiciel EXFO Pilot. Les types et le nombre de têtes de test (optiques et électriques) doivent être ajoutés pour obtenir un système complet, en fonction des besoins. D'autres options sont disponibles pour répondre à des besoins plus spécifiques, comme un mandrin thermique.

## SPÉCIFICATIONS

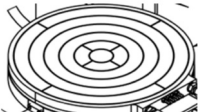

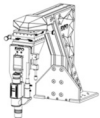
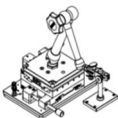


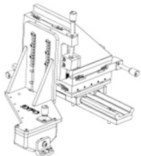

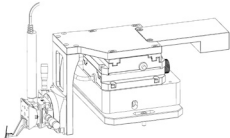
STADE DE POSITIONNEMENT DES PLAQUETTES		
Nom de l'option		OPAL-EC-300
Axe XY	Plage de déplacement (mm)	300
	Résolution (µm)	0.003
	Précision (µm)	0.75
	Répétabilité bidirectionnelle (µm)	0.1
	Vitesse maximale du processus (mm/s)	100
	Orthogonalité arcsec	1
	Type de moteur	Moteurs linéaires à entraînement direct, codeur sans contact
Axe Z (hauteur)	Plage de déplacement (mm)	5
	Résolution (µm)	0.0008
	Précision (µm)	1.5
	Répétabilité bidirectionnelle (µm)	0.3
	Vitesse maximale (mm/s)	4
	Type de moteur	Moteur linéaire sans balais à entraînement direct
Axe Rz (rotation de la plaquette)	Plage de déplacement	105°
	Résolution	0,36 arcsec ; 0,0001°
	Précision	80 arcsec ; 0,02°
	Répétabilité	3 arcsec ; 0,0008°
	Vitesse maximale (tr/min)	600
		Moteur rotatif sans balais à entraînement direct, palier mécanique

CHUCK			
Nom de l'option	RT-FN	TH-G	TH-F
Gamme (°C) <sup>a</sup>	Ambiant	5 - 200	5 - 200
Résolution (°C)	-	0.01	0.01
Stabilité (°C)	-	±0,05 (> 25) et ±0,1 (< 25)	±0,05 (> 25) et ±0,1 (< 25)
Taux de chauffage (°C/min)	-	40	40
Taux de refroidissement (°C/min)	-	-5	-5
Planéité de la surface (µm)		< 25	< 25
Le vide	Mandrin rond de 300 mm avec 4 zones de vide concentriques		
Surface électrique <sup>b</sup>	Flottant	Surface métallique, nickel ou dorée	Flottant triaxial (coaxial en option), surface en nickel ou dorée

INFORMATION DE COMMANDE			
	OPAL-EC-300-RT-FN Mandrin ambiant, flottant	OPAL-EC-300-TH-xy Mandrin thermique 5 °C - 200 °C, fixe xy = GN fixe, surface en nickel xy = GG fixe, surface dorée xy = FN flottant, surface en nickel xy = FG flottant, surface dorée	

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

b. Autres options de surface électrique disponibles sur demande.

COMPOSANTS		DESCRIPTION
SYSTÈME PRINCIPAL OPAL-CE	Mandrin	 <p>Surface en nickel, polie, température ambiante, mandrin à 4 zones de vide. Options de connexion électrique de la surface.</p> <p>Mandrin à contrôle thermique avec capacités de chauffage et de refroidissement, plage de 5 °C à 200 °C, 4 zones de vide, disponible avec surface dorée ou en nickel</p>
	Platine de positionnement des plaquettes	 <p>Haute précision, positionnement de la plaquette avec 4 degrés de liberté et capacité de rotation de la plaquette de 105°.</p> <p>Mandrin de 300 mm (12 po) de diamètre et plage de déplacement XY</p>
	Système de vision	 <p>Système vidéo haute résolution de pointe avec grossissement 10X utilisant un éclairage coaxial en ligne et une caméra couleur de 2,9 MP sur réglage manuel XYZ.</p>
		 <p>Caméra couleur 2,9 MP avec vue latérale et grossissement télécentrique 3X sur réglage manuel XY.</p>
	Accessoires supplémentaires	 <p>PC industriel monté en rack et accessoires (KMV), deux moniteurs 27 pouces.</p>
TÊTES DE SONDE <sup>a</sup>	Licence dédiée au logiciel EXFO Pilot	 <p>Suite logicielle complète pour l'ensemble des tests et des mesures du PIC. Automatisation et contrôle de la station d'essai, des instruments et des données pour une traçabilité et une fiabilité absolues des résultats qui sont prêts à être rapportés et à être utilisés.</p> <p>Des licences flottantes supplémentaires sont disponibles, pour une collaboration multi-utilisateurs depuis n'importe où</p>
	Tête électrique	 <p>Positionneurs de sondes électriques manuels à 4 axes. Alignement précis et longue plage de déplacement. Supports de sondes compatibles avec la plupart des sondes CC et RF.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• PRE-00 : manuel</li> <li>• PRE-MO : motorisé</li> </ul>
	Tête optique	 <p><b>PRO-H</b> : 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&amp;D.</p>  <p><b>PRO-S</b> : servoaligneur DC motorisé jusqu'à 6 axes (déplacement XY de 25 mm, résolution de 10 nm). Inclinaison motorisée (angle d'injection) et réglage manuel de l'angle de roulis et de lacet. Pour le couplage de surface et de bord. Idéal pour les scénarios de production.</p> <p><b>PRO-ECO</b> : Aligneur à 6 vis (25 mm) et motorisé à 6 axes. Idéal pour le couplage de surface.</p> <p>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 à la grande unité de réseau de fibres.</p>

a. 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.



## 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 plaquette, 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 <sup>a</sup> (X)	3
Ouverture numérique	0.093
Champ de vision (mm)	2,9 × 2,2
Distance de travail <sup>b</sup> (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 <sup>a</sup>			
Nom de l'option	PRO-H	PRO-S	PRO-ECO
Axe motorisé	X, Y, Z, Rx, Ry, Rz	X, Y, Z, Rx, Ry, Rz <sup>b</sup>	X, Y, Z, Rx, Ry, Rz
Configuration de l'appareil	Hexapode parallèle, piézoélectrique <sup>d</sup>	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	Non
Inclus <sup>c</sup>		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. Piézoélectrique équipé d'unités motrices 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°
Déplacement approximatif 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

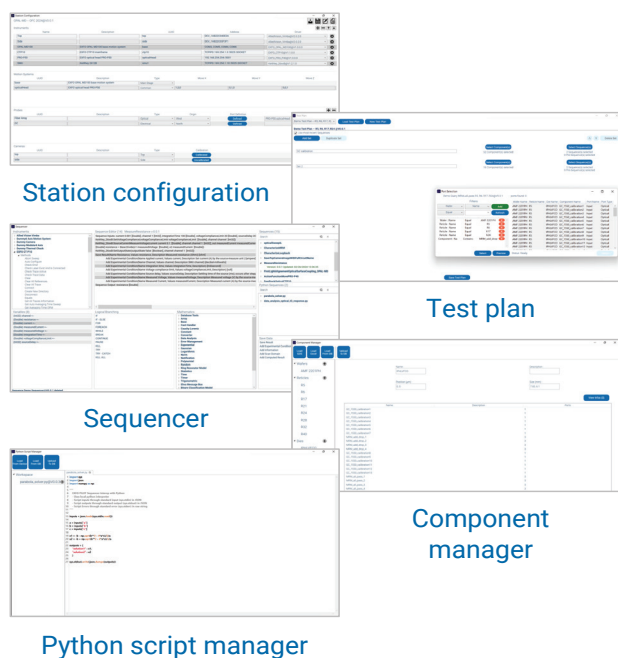
EXFO Pilot est une plateforme logicielle qui orchestre le flux complet des tests et mesures PIC : (i) préparation des tests, (ii) exécution de la navigation, de l'alignement et des mesures entièrement automatisés à haut débit et (iii) analyse et gestion des données des résultats.

### Connect & launch

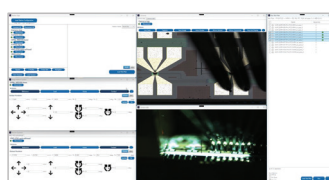


EXFO PILOT app

### Prepare

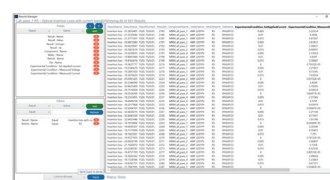


### Execute



Station app

### Analyze



Result manager

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

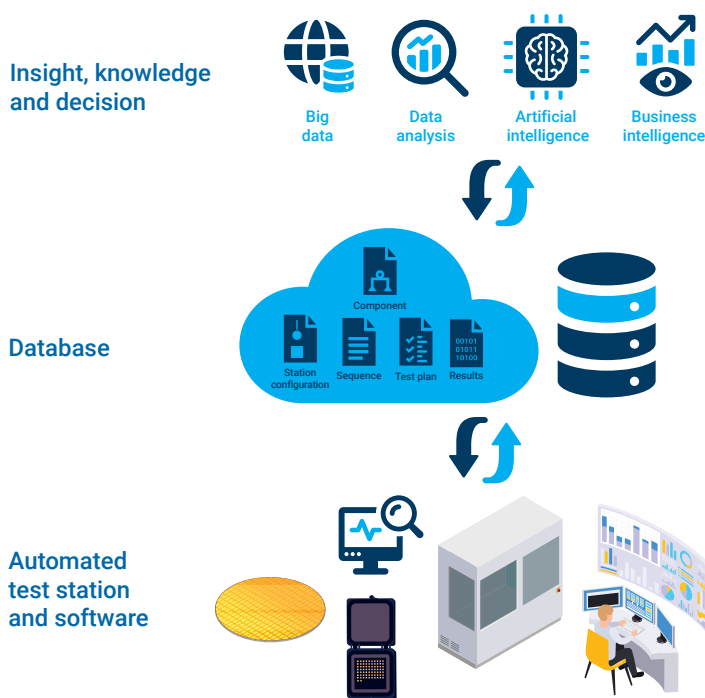
## PUISSANT ET ÉVOLUTIF

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

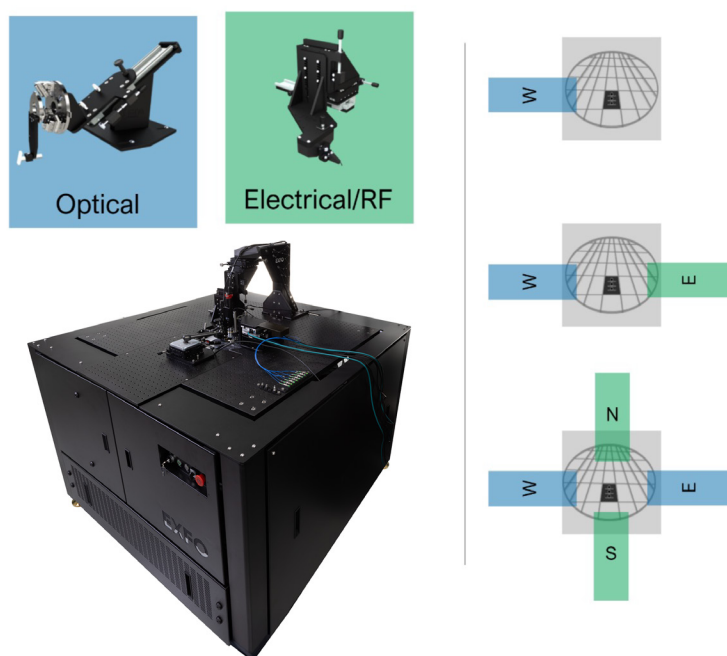
À la base de toutes les applications, le logiciel est relié à une base de données (dans le nuage ou sur site), qui agit comme un référentiel de données pour tous les éléments (résultats et conditions expérimentales, configuration de la station, définition des tests, définition des composants, pilotes, 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.



*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-EC offre un environnement de test flexible permettant de créer une configuration personnalisée, qui peut être modifiée à tout moment en fonction de vos besoins et qui réduit les exigences en matière de conception pour le test (DfT). Les sondes 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.



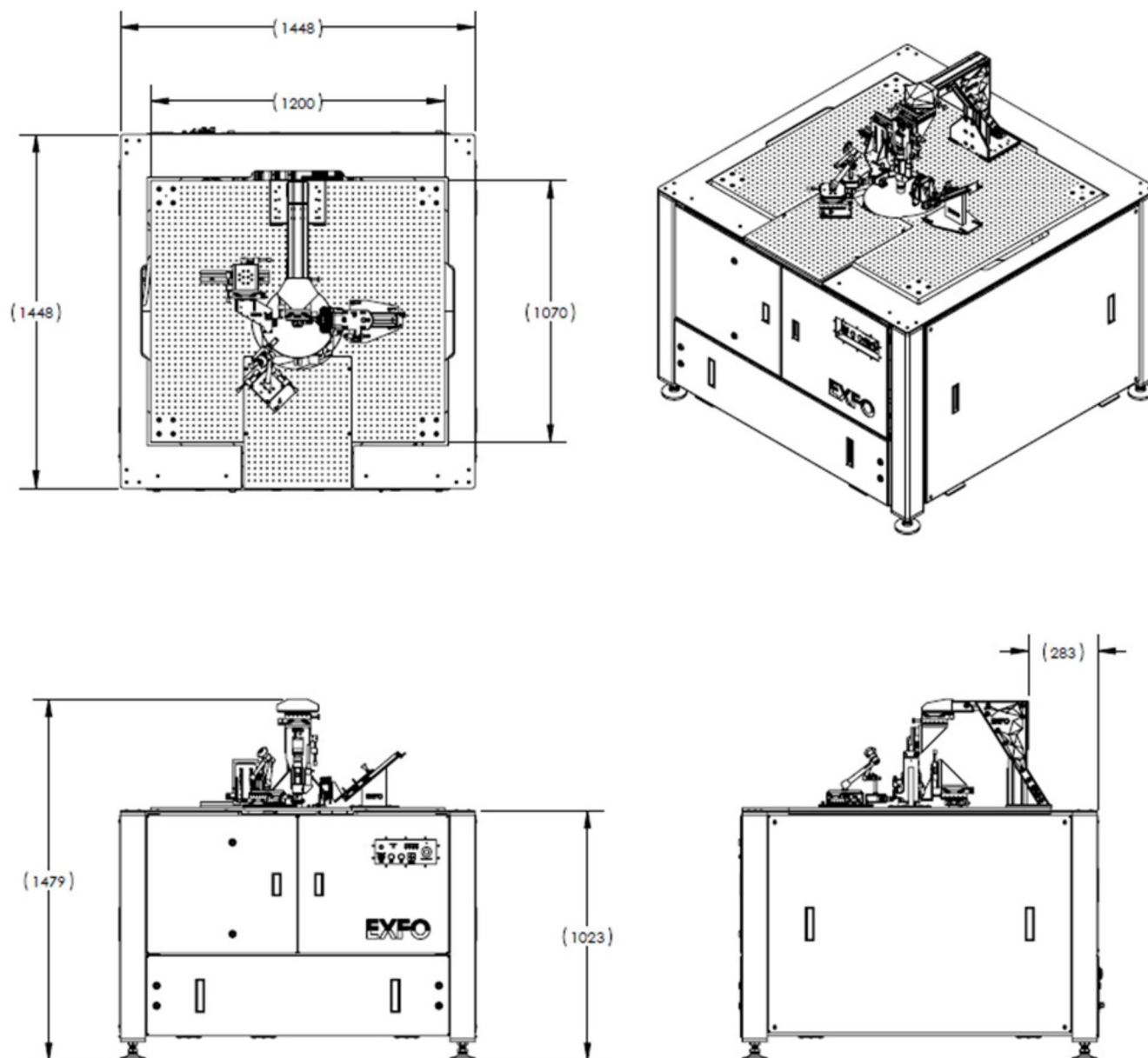
*Reconfiguration de l'OPAL-EC pour les têtes optiques et électriques à tout moment pour un réoutillage rapide.*

## SPÉCIFICATIONS GÉNÉRALES

SYSTÈME PRINCIPAL	
Dimensions (H × L × P)	1496 mm × 1448 mm × 1448 mm
Masse (kg) <sup>a</sup>	1250
Température de fonctionnement (°C)	18 - 22
Température d'entreposage (°C)	0 - 40
Humidité de fonctionnement (RF)	20% - 60%
Humidité d'entreposage (RF)	10 % - 70 %, sans condensation
Base	Système de base fermé. Base en granit pour l'isolation passive des vibrations. Portes avant et carte optique amovible à l'avant pour le chargement des plaquettes.
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 industriel 3U, 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.
Écrans	2 × 27 pouces
Ports de communication supplémentaires sur la station de base pour l'équipement	Ethernet Cat6 RJ54, USB-A 3.0
Câbles, alimentation, entraînement, contrôleurs	Tous inclus

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

## DESSINS TECHNIQUES



Dessin technique du système principal OPAL-EC-300 avec dimensions en millimètres. Illustré ici avec une (1x) tête optique PRO-P60 et une (1x) tête électrique manuelle PRE-00. Ne sont pas illustrés: le PC industriel monté en rack et le kit informatique (écrans, clavier, souris) inclus. Le refroidisseur et le contrôleur de mandrin thermique inclus avec l'option (-TCH) ne sont pas représentés. Non définitif.

**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.