

800G/400G Power Blazer

MODULE DE TEST MULTISERVICE DE 1G À 800G

- Solution de test multiservice de 1G à 800G la plus flexible et la plus évolutive pour les applications en laboratoire et sur le terrain, prenant en charge les émetteurs-récepteurs 400G/200G actuels et les modules enfichables de nouvelle génération.



CARACTÉRISTIQUES CLÉS

Capacités de test Ethernet 400G/200G/100G basées sur les normes IEEE 802.3bs et IEEE 802.3ba

Suite complète de tests Ethernet à 1G, 10G, 25G, 40G, 50G, 100G, 200G et 400G avec EtherBERT, RFC 2544, EtherSAM Y.1564, smart loopback et génération et surveillance du trafic

Système ouvert d'émetteurs-récepteurs (OTS) de pointe pour une flexibilité totale avec les émetteurs-récepteurs actuels et futurs

Capacités de test Flex Ethernet (FlexE) 2.0 avec des clients Ethernet à bas et haut débit pris en charge sur 4 ports QSFP28 et un port QSFP-DD

Solution flexible qui supporte de manière unique les interfaces QSFP-DD, OSFP et CFP2-DCO actuelles ainsi que les interfaces de nouvelle génération (par exemple, optique cohérente numérique comme 400G ZR, Open ZR+, Open ROADM)

Compatible avec la plateforme de montage en rack LTB-8 d'EXFO qui offre une capacité de remplacement à chaud pour une utilisation en laboratoire et la meilleure densité de ports 400G de sa catégorie avec jusqu'à deux modules fonctionnant simultanément

Compatible avec la plateforme portable FTB-4 Pro pour la solution 400G la plus compacte, prête pour le passage du laboratoire au terrain

Les capacités de test OTUCn/FlexO BER prenant en charge les interfaces 100G, 200G, 300G et 400G mappées en ODUflex sur 400G

Permet une validation rapide des émetteurs-récepteurs optiques et une vérification de leur bon fonctionnement à l'aide d'iOptics, une application de test optique intelligente et enfichable

Outils de préaccentuation et d'égalisation Rx permettant de modifier la forme d'onde pour une meilleure ouverture des yeux à la destination

Histogramme PAM4 : fournit une vue graphique du diagramme en œil de PAM4 par voie, y compris les niveaux de PAM4

Compatible avec les câbles de dérivation 2x100GE, 4x100GE, 2x200GE et 8x50GE, ce qui permet de disposer d'outils de validation par liaison

Capacités de test BERT OTN pour OTU1 à OTU4 (112 Gbit/s), mappage Ethernet sur OTN, multiplexage ODU à un ou plusieurs niveaux, ainsi que mesures du temps d'interruption du service OTN (SDT)

PRODUITS ET ACCESSOIRES CONNEXES



ES France - Département Tests & Mesures
127 rue de Buzenval BP 26 - 92380 Garches



Tél. 01 47 95 99 45
Fax. 01 47 01 16 22



e-mail : tem@es-france.com
Site Web : www.es-france.com

400 G À LA RESCOUSSE

Les planificateurs d'infrastructures de réseaux doivent faire face à la montée en flèche de la demande de bande passante, y compris dans l'interconnexion des centres de données (DCI) ou même dans les réseaux centraux et métropolitains. Les fabricants d'équipements de réseau (NEM) continuent de repousser les limites de la technologie en développant des solutions 400G de plus en plus innovantes. Les fournisseurs de services étendent constamment leurs réseaux et recherchent des moyens plus efficaces et plus rentables de déployer ces circuits à grande vitesse. Les émetteurs-récepteurs à haut débit (pluggables) sont conçus pour être plus petits et consommer moins d'énergie afin de répondre aux exigences d'une densité de ports élevée à un faible coût. Dans le monde du 400G qui s'annonce, les tests des émetteurs-récepteurs sont d'une importance capitale, qu'il s'agisse de QSFP-DD, d'OSFP ou même de COBO.

L'industrie évolue vers des émetteurs-récepteurs plus petits et plus avancés pour des longueurs d'onde plus courtes et avec une consommation d'énergie plus faible. EXFO offre des solutions 400G qui sont prêtes pour les émetteurs-récepteurs 400G d'aujourd'hui tout en étant à l'épreuve du temps. Les commutateurs 400G migrent rapidement vers des technologies avancées avec des interfaces qui leur permettront d'augmenter la densité de ports dans un 1RU à un coût minimal.

COMPATIBLE AVEC LES PLATEFORMES PORTABLES ET DE MONTAGE EN RACK

Le module FTBx-88460 Power Blazer offre une suite complète de capacités de test de l'écosystème 400G, répondant aux exigences des premiers utilisateurs, de l'innovation en laboratoire aux tests sur le terrain. En outre, lorsque la portabilité est nécessaire, le module FTBx-88460 peut être inséré dans le FTB-4 Pro. Le module peut également servir pour les applications de montage en rack, où non seulement un mais deux modules peuvent être insérés dans le châssis de montage en rack LTB-8 haute performance pour fournir jusqu'à 800G de trafic Ethernet. La plateforme rackable LTB-8 offre aux utilisateurs une polyvalence et une puissance accrues pour les réseaux complexes d'aujourd'hui.

MODULE DE TEST 400G-FTBX-88460 POWER BLAZER

Le FTBx-88460 offre des tests puissants et avancés de l'écosystème 400G. L'ajout de l'OTS le rend particulièrement apte à s'adapter à l'émetteur-récepteur spécifique requis pour le test.



CONÇU POUR LA FLEXIBILITÉ

La conception OTS offre à l'utilisateur final une flexibilité accrue et une protection des dépenses d'investissement; un seul module de test peut prendre en charge différents types d'émetteurs-récepteurs. Une solution flexible qui peut s'adapter à l'évolution rapide des émetteurs-récepteurs tout en assurant la prise en charge du multirate.

Le FTBx-88460 peut également être configuré avec un seul chargeur pour les applications de test FlexE et FlexO.

- 1 Émetteur-récepteur 400G/200G/100G prenant en charge Ethernet, OTN, FlexE, OTUCn/FlexO et l'optique cohérente
- 2 4 ports QSFP28 supportant FlexE et OTUCn/FlexO jusqu'à 400G, tests Ethernet à 1, 10, 25, 40, 50 et 100GE
- 3 REF CLOCK OUT Interface SMA
- 4 Synchronisation Interface SMB (entrée 1PPS, 10 MHz ou 2 MHz)





QSFP-DD



QSFP56



QSFP28



OSFP



CFP2-DCO

INTERFACES

QSFP28	4 voies et 1 voie
QSFP-DD	8 voies, 4 voies, 400G ZR et OpenZR+
QSFP56	4 voies
OSFP	8 voies, 4 voies, 400G ZR et OpenZR+
CFP2-DCO	400ZR, OpenZR+ et OpenROADM

CAPACITÉS DE DOUBLE PORT

Plusieurs configurations possibles

- Double port**
- 2xQSFP-DD
 - 2xOSFP
 - 2xCFP2-DCO

- Port de mélange**
- 1xQSFP-DD et 1xOSFP
 - 1xQSFP-DD et 1xCFP2-DCO
 - Et plus encore



Seul testeur sur le marché capable de valider 2xCFP2-DCO

ÉVOLUTION RAPIDE DES ÉMETTEURS-RÉCEPTEURS

La grande variété d'émetteurs-récepteurs enfichables disponibles et la rapidité avec laquelle de nouveaux types d'émetteurs-récepteurs sont lancés constituent aujourd'hui un défi commun à l'industrie des télécommunications. Ce défi croissant a des répercussions sur les fabricants d'équipements qui tentent de suivre le rythme, ainsi que sur les opérateurs de réseaux/centres de données qui tentent d'intégrer de nouveaux émetteurs-récepteurs dans leurs réseaux.

Dans cette optique, le dernier né de la famille des modules de test Power Blazer, le FTBx-88460, est doté d'un nouveau concept OTS qui permet aux utilisateurs de personnaliser le type d'interfaces sur le module en fonction de leurs besoins, sans utiliser d'adaptateurs, tout en garantissant la capacité future de tester de nouveaux émetteurs-récepteurs dès qu'ils sont disponibles, en changeant simplement le système d'émetteur-récepteur au lieu d'avoir à acheter une nouvelle unité de test.



TESTS ETHERNET À HAUT DÉBIT

L'Ethernet 400G est le remplaçant prometteur de l'Ethernet 100G. Le 400G est en train de devenir le prochain taux de clients dans l'écosystème Ethernet, alors que l'industrie s'accélère pour gérer les demandes massives des centres de données hyperscale, des applications 5G, des fournisseurs de services et des utilisateurs professionnels. Le FTBx-88460 offre des capacités de test Ethernet avancées, y compris la surveillance et la validation de la correction d'erreur directe.

Capacités de test 400G/200G/100G/50G/40G/25G/10G/1G* Ethernet encadré/non encadré

- Test de couche Ethernet MAC PCS/PMA/PMD 400G/200G/100G
- 400G/200G FEC RS (544, 514) décodage et correction d'erreurs
- Surveillance de la mire
- MDIO/I2C pour toutes les interfaces lecture/écriture
- Génération et surveillance d'alarmes/erreurs
- Test PRBS non cadré par voie avec verdict de réussite ou d'échec
- Support CMIS avec test de bouclage

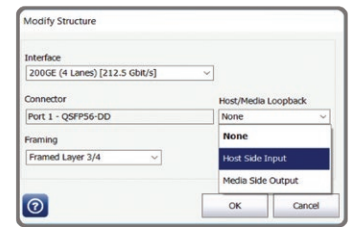
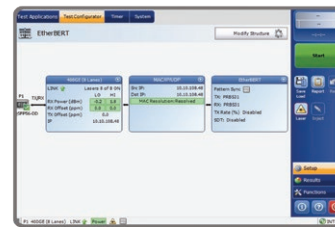
* 1G, 10G et 25G utilisent un adaptateur QSFP28 vers SFP28

Capacités d'essai avancées

- Mesure de l'obliquité par voie
- Tests FEC
- Surveillance du BER
- Analyse avancée des erreurs
- Mesure SDT
- Filtrage du trafic Ethernet
- Test BER sans cadre (y compris les motifs PRBS31Q, PRBS13Q et SSPRQ)
- Pré-emphase et égaliseur Rx permettant de modifier le signal pour une meilleure ouverture des yeux
- Histogramme PAM4
- Configuration côté hôte et média



BERT non encadré



iOptics est une application intelligente de test optique enfichable et de test de première alerte qui peut être utilisée sur le terrain ou en laboratoire pour évaluer efficacement le bon fonctionnement d'une interface optique, avec un minimum de configuration requise de la part de l'utilisateur. iOptics effectue la validation à l'aide de plusieurs sous-tests, surveille la consommation d'énergie et la température et établit un verdict individuel pour chaque sous-test et chaque tâche de surveillance. iOptics prend désormais en charge les derniers pluggables à haute vitesse, des émetteurs-récepteurs 1G à 400G, des câbles AOC et DAC. iOptics propose désormais des paramètres de bouclage pour l'isolation des défauts des émetteurs-récepteurs internes.

SFP/SFP+/SFP28

QSFP+/QSFP28

QSFP-DD

Câbles AOC

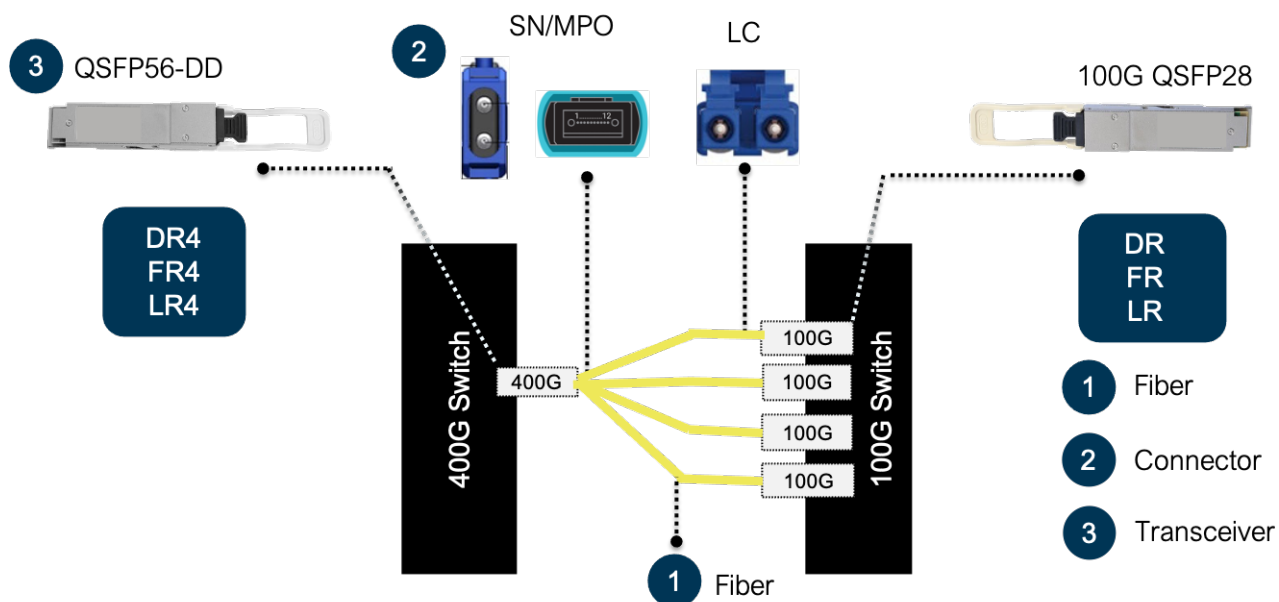
Câbles DAC



CÂBLES DE DÉRIVATION

La croissance constante du trafic générée par l'IoT, la 5G et les jeux en ligne pousse les opérateurs de réseaux et les administrateurs de centres de données à migrer vers des débits plus élevés comme 200GE et 400GE. Outre le défi de s'adapter à la complexité des nouvelles technologies, les administrateurs doivent trouver des solutions flexibles et rentables pour réutiliser leur infrastructure 100GE actuelle. C'est là que la possibilité de diviser les ports 400GE/200GE en plusieurs liaisons 200GE/100GE/50GE devient essentielle, car elle permet aux utilisateurs d'agréger lentement les fibres dans des ports à plus grande largeur de bande au fur et à mesure qu'ils passent à des débits plus élevés.

Il existe plusieurs variantes d'éclatement : 2x100GE, 4x100GE, 2x200GE et 8x50GE. L'image suivante montre un exemple d'interconnexion d'un breakout 4x100G :



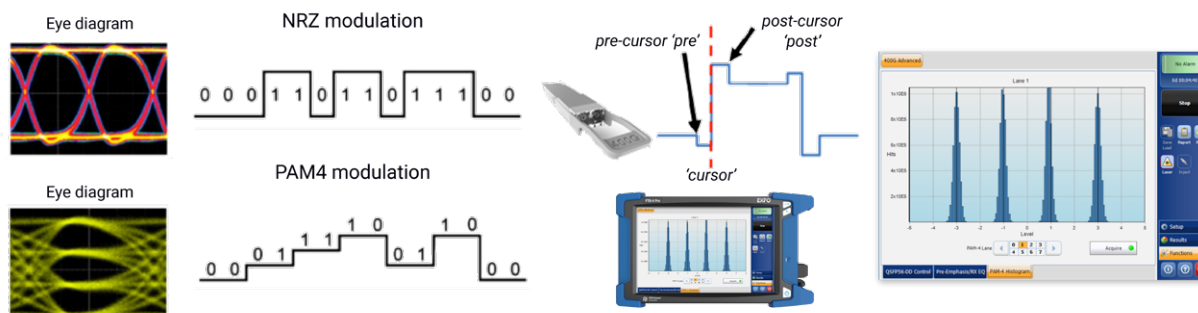
Ces interconnexions nécessitent la validation de chaque liaison indépendamment, des émetteurs-récepteurs de chaque côté ainsi que des connecteurs et des fibres concernés. Le FTBx-88460 d'EXFO vérifie chacun de ces éléments, y compris les capacités L2/L3, les statistiques par lien, les niveaux de puissance et l'injection d'erreurs, ce qui permet aux techniciens de repérer rapidement et facilement toute défaillance potentielle.



AMÉLIORATION DU SIGNAL DE TRANSMISSION

L'adoption de la PAM-4 (qui signifie modulation d'amplitude d'impulsion) comme nouvelle modulation pour les interfaces actuelles et futures sur le marché à grande vitesse entraîne de nouveaux défis. Les yeux électriques de la PAM-4 sont plus petits par rapport à la modulation typique utilisée pour les technologies 100G non-return-to-zero (NRZ).

Les caractéristiques de cette modulation peuvent générer un OSNR moins efficace. Les techniciens de laboratoire ont besoin d'outils pour manipuler le signal de transmission et améliorer le diagramme de l'œil pour le rendre plus visible.



Les outils de préaccentuation et d'égalisation Rx aident les utilisateurs à ajuster et à manipuler les caractéristiques du signal pour Tx (emplacement du curseur et de l'œil) et Rx (y compris différents types de modes DSP) en validant chaque voie du module enfichable testé. Une fois ces paramètres modifiés, les utilisateurs doivent identifier l'impact de ces paramètres sur le diagramme de l'œil PAM4. Notre outil d'histogramme PAM4 fournit une vue graphique détaillée de chaque diagramme de voie directement sur l'écran du testeur, indiquant les valeurs pour chaque niveau PAM4.

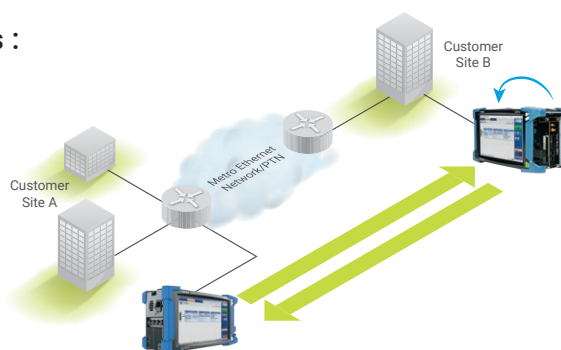
RFC 2544

Alors que le 400G passe du laboratoire au terrain (les premiers déploiements de 400G sont imminents), il devient essentiel de garantir la qualité du service au moment de l'allumage. L'équipement de test portable de 1G à 400G permettra aux techniciens de terrain et aux entrepreneurs de saisir immédiatement les résultats des tests et de démontrer que le service Ethernet est conforme aux accords de niveau de service. Ces tests peuvent également servir de référence pour les performances futures.

Du point de vue du laboratoire et de l'analyse comparative, la méthodologie RFC 2544 est idéale pour les mesures et les rapports automatisés. Du point de vue de la mise en service et du dépannage, la RFC 2544 fournit une méthodologie d'évaluation comparative hors service pour évaluer les performances du réseau/de l'appareil à l'aide de quatre sous-tests avec jusqu'à 10 tailles de trame configurables, chacun validant une partie spécifique d'un accord de niveau de service (SLA). La RFC 2544 fournit aux ingénieurs et aux techniciens de réseau un langage et un format de résultats communs.

Le RFC2544 comprend les sous-tests suivants :

- 1 Débit
- 2 Dos-à-dos (Burstability)
- 3 Perte de trame
- 4 Latence



BOUCLE INTELLIGENTE

Le bouclage intelligent de l'EXFO est une fonctionnalité unique qui permet le bouclage du trafic Ethernet à tous les taux à partir d'une couche de protocole de diagramme utilisateur (UDP) ou de protocole de contrôle de transmission (TCP), ou jusqu'à un mode complètement promiscuous (bouclage de transport). Les modules peuvent s'adapter à toutes les situations de bouclage dans lesquelles l'unité distante renvoie le trafic à l'unité locale en échangeant les paquets jusqu'à la couche 4 de la pile OSI.



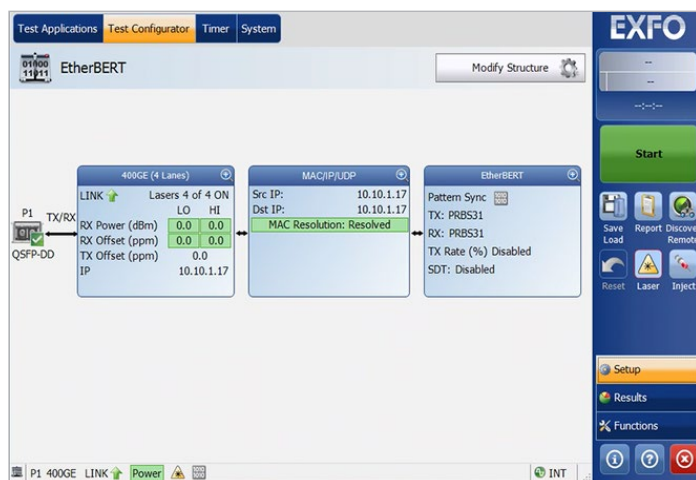
CONNECTEURS NUMÉRIQUES COHÉRENTS

La norme MSA de l'OIF a introduit quelques interfaces WDM qui exploitent l'optique cohérente numérique (DCO). Les OIF ZR 400G, Open ZR+ et Open ROADM sont les plus populaires, utilisés pour une connectivité optimale dans les applications d'interconnexion des centres de données et les applications métropolitaines. Ces émetteurs-récepteurs offrent des portées allant de 80 km à 120 km (voir la figure ci-dessous avec les configurations d'essai). Les principaux facteurs de forme pour ces types d'optiques sont OSFP et QSFP-DD. Les débits les plus courants pour ces émetteurs-récepteurs sont 100G, 200G, 300G et 400G. Le FTBx-88460 d'EXFO, avec son OTS unique, supporte les facteurs de forme QSFP-DD, OSFP et CFP2-DCO pour les applications client et DCO.



Les capacités avancées du DCO FTBx-88460 d'EXFO sont les suivantes:

- Puissance Tx configurable
- Longueur d'onde configurable
- Affichage de mesures optiques enchiflables telles que CD, OSNR, etc.
- capacités de configuration L2 à L4 du client 400G
- Surveillance des alarmes et des erreurs du Media Rx FEC
- Et plus encore



Génération et analyse de DCO Bert

Wavelength Config

Laser Tuning Capabilities

Laser Tuning Supported: Yes

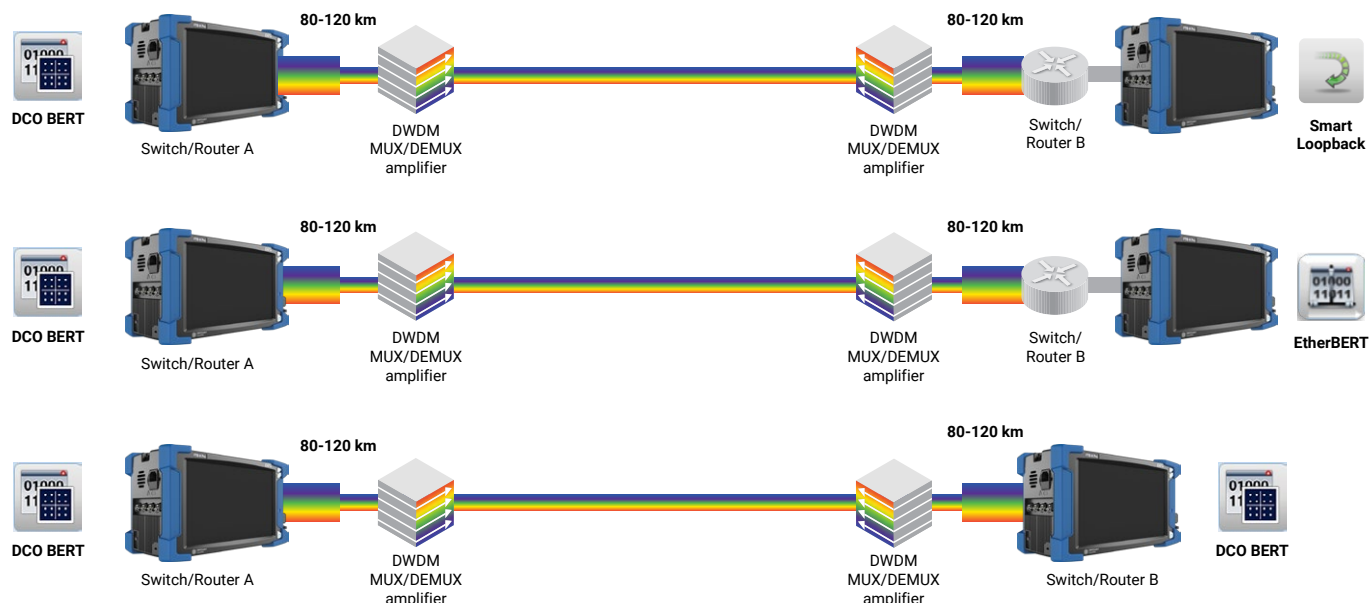
Tuning Capabilities					
Grid	Supported	Lowest Channel Number	Highest Channel Number	Lowest Frequency (THz)	Highest Frequency (THz)
100 GHz	Yes	-50	50	188.100000	198.100000
75 GHz	Yes	-48	48	191.900000	194.300000
50 GHz	Yes	-50	50	190.600000	195.600000
33 GHz	Yes	-50	50	191.433350	194.766650
25 GHz	Yes	-50	50	191.850000	194.350000
12.5 GHz	Yes	-50	50	192.475000	193.725000
6.25 GHz	Yes	-50	50	192.787500	193.412500
3.125 GHz	Yes	-50	50	192.943750	193.256250

Fine Tuning

Supported	Lowest Offset	Highest Offset	Resolution
Yes	-50	50	1

Close

Réglage de la longueur d'onde



GÉNÉRATION ET SURVEILLANCE DU TRAFIC ETHERNET

Les services de données acheminés par des réseaux à haut débit évoluent de manière significative vers une variété d'applications. Les offres multiservices, telles que les services triple play, ont renforcé le besoin de tests de qualité de service pour garantir l'état et la fiabilité de chaque service et qualifier les paramètres des accords de niveau de service (SLA). Grâce à la génération et à la surveillance du trafic, les modules à haut débit permettent aux fournisseurs de services de simuler et de qualifier simultanément différentes applications. Jusqu'à 16 flux peuvent être configurés avec différents paramètres QoS Ethernet et IP, tels que l'ID VLAN (802.1Q), la priorité VLAN (802.1p), l'empilement VLAN (802.1ad Q-in-Q), ToS et DSCP.

De plus, les modules prennent en charge la surveillance de plusieurs flux VLAN via la fonctionnalité Traffic Scan. Dans la même ligne, une capacité d'inondation MAC est disponible pour les tests de mémoire adressable par le commutateur, où la gamme d'adresses MAC peut être cyclique, obligeant le commutateur à apprendre chacune d'entre elles. Les modules offrent la possibilité de définir un profil de configuration et de l'appliquer à autant de flux que nécessaire. À partir de là, il suffit de les adapter à chaque flux. Ils mesurent aussi simultanément le débit, la latence, la gigue des paquets (RFC 3393), la perte de trame et les erreurs hors séquence dans tous les flux, ce qui permet une qualification rapide et approfondie de tous les critères SLA. Les résultats sont affichés sous forme de tableaux et sur des jauges visuelles analogiques afin de garantir une interprétation rapide et facile des résultats des tests.



ETHERSAM : ACTIVATION DU SERVICE ETHERNET ITU-T Y.1564

Les services Ethernet étant de plus en plus nombreux aujourd'hui, la norme ITU-T Y.1564 répond à la demande croissante de mise en service et de dépannage des services Carrier Ethernet. Les modules Power Blazer prennent en charge les services clients Ethernet, y compris la validation des critères SLA critiques, tels que la gigue des paquets et les mesures de qualité de service (QoS), ainsi qu'un temps de service plus rapide. La suite de tests EtherSAM d'EXFO, basée sur la méthodologie d'activation de services Ethernet ITU-T Y.1564, permet d'effectuer des tests complets sur le terrain pour les services de backhaul mobile et les services commerciaux. EtherSAM peut simuler tous les types de services qui fonctionneront sur le réseau et qualifier simultanément tous les paramètres SLA clés pour chacun de ces services.

En outre, il valide les mécanismes de qualité de service prévus dans le po pour donner la priorité aux différents types de services, ce qui permet un meilleur dépannage, une validation plus précise et un déploiement beaucoup plus rapide. EtherSAM se compose de 2 phases :

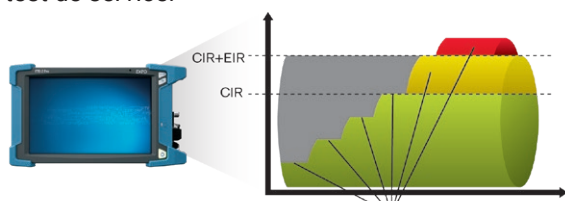
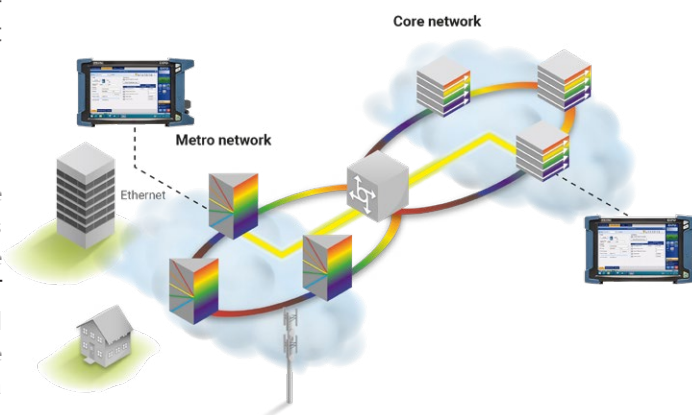
1. Test de configuration du service
2. Test de performance de service

Test de configuration du service

Le test de configuration des services consiste à tester séquentiellement chaque service. Il valide que le service est correctement approvisionné et que tous les indicateurs de performance clés ou les paramètres de l'accord de niveau de service sont respectés.

Test de performance de service

Une fois la configuration de chaque service validée, le test de performance du service valide simultanément la qualité de tous les services au fil du temps. En outre, l'approche d'EtherSAM s'avère encore plus puissante puisqu'elle exécute l'intégralité du test ITU-T Y.1564 de manière bidirectionnelle. Les paramètres clés de l'accord de niveau de service sont mesurés indépendamment dans chaque direction de test, ce qui permet d'activer le service à 100 % dès la première fois, soit le niveau de confiance le plus élevé en matière de test de service.

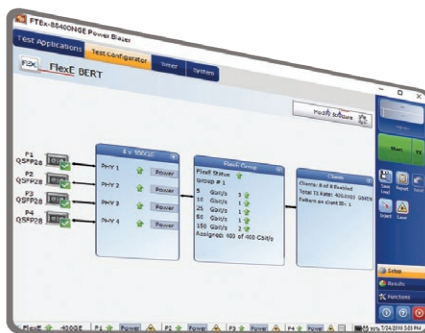


FlexE(Flex ETHERNET)

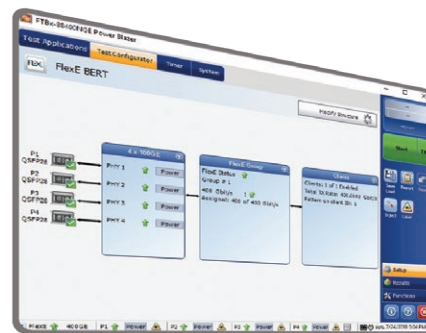
Le Flex Ethernet (FlexE) prend en charge un ou plusieurs PHY 100G/200G/400G liés prenant en charge des clients MAC Ethernet multiples et mixtes fonctionnant à des débits de 5, 10, 25, 40, 50, 100 ou jusqu'à 400 Gbit/s. Flex Ethernet est une technologie clé pour les centres de données, les aidant à fournir des liaisons plus rapides que les solutions 400G émergentes. Elle prendra également en charge les liaisons à débit partiel, c'est-à-dire 10G, 25G et 50G, qui sont essentielles pour les centres de données, mais aussi pour les opérateurs qui ont besoin d'isoler leur trafic.

Capacités de test FlexE

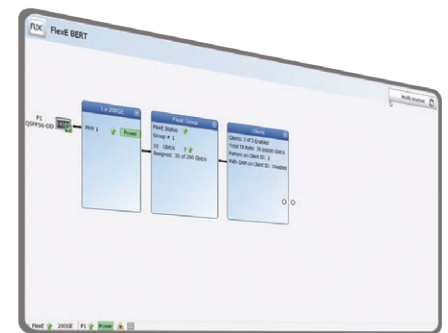
- Groupe FlexE
- Prise en charge de FlexE 2.0
- Types de clients Ethernet mixtes
- Numéro d'identification du client
- Configuration de la cale FlexE
- Génération et surveillance des alarmes/erreurs FlexE
- Corruption et substitution de marqueurs d'alignement
- Possibilités d'édition complète de l'affectation des créneaux entre le client et le calendrier
- FlexE Path OAM
- FlexE OAM APS
- Edition FlexE OH



Multiclients Ethernet



400GE client unique



FlexE 2.0



FlexE OAM



FlexE Overhead



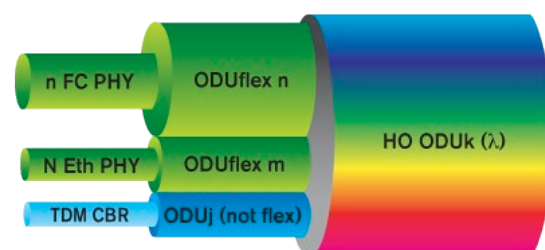
TEST DU RÉSEAU DE TRANSPORT OPTIQUE (OTN)

OTN (ITU-T G.709) est une technologie de transport qui fournit des détails granulaires dans différents domaines, notamment les opérations, l'administration et le provisionnement. Elle offre même des outils de maintenance et de dépannage, ce qui en fait la technologie de choix pour les réseaux 40G/100G.

La série Power Blazer offre de nombreuses capacités de test OTN, permettant une qualification de pointe des transpondeurs et muxpondeurs 10G, 40G et 100G dans les laboratoires des fabricants d'équipements de réseau (NEM). Ces capacités comprennent l'OTU1 (2,6660 Gbit/s), l'OTU2 (10,7092 Gbit/s), l'OTU1e (11,0491 Gbit/s), l'OTU2e (11,0957 Gbit/s), l'OTU1f (11,2701 Gbit/s), l'OTU2f (11,3176 Gbit/s), l'OTU3 (43 Gbit/s), l'OTU3 surcadencé comprenant l'OTU3e1 (44,57 Gbit/s), l'OTU3e2 (44,58 Gbit/s) et l'OTU4 (112 Gbit/s), le mappage Ethernet sur OTN, le multiplexage ODU à une ou plusieurs étapes ainsi que les mesures de temps de perturbation du service OTN (SDT), y compris le mappage ODU0 et ODUFlex, afin de répondre à la demande croissante de mise en place de services Ethernet.

ODUFlex

Il existe de nombreux débits OTN fixes, notamment OTU2 (10 Gbit/s), OTU3 (43 Gbit/s) et OTU4 (112 Gbit/s). D'autre part, ODUFlex permet de créer un conteneur dont la taille est adaptée au débit de données du client, offrant ainsi une entité unique gérable sur le RTO qui peut être fixée de manière permanente pour les clients CBR ou ajustée en fonction de la demande de connectivité dans le réseau à l'aide de la procédure de cadrage générique (GFP). ODUFlex utilise des intervalles de temps tributaires de 1,25 Gbit/s (ODTUGk) pour créer le conteneur variable dans lequel un signal client est mappé et ensuite transporté. L'utilisation d'ODUFlex dans les réseaux d'opérateurs offre des avantages considérables, notamment une plus grande efficacité pour la configuration du réseau et l'allocation de la bande passante, et constitue également une solution pérenne pour le transport de n'importe quel signal client, à n'importe quel débit, lorsque cela est nécessaire.



OTUCn/FlexO

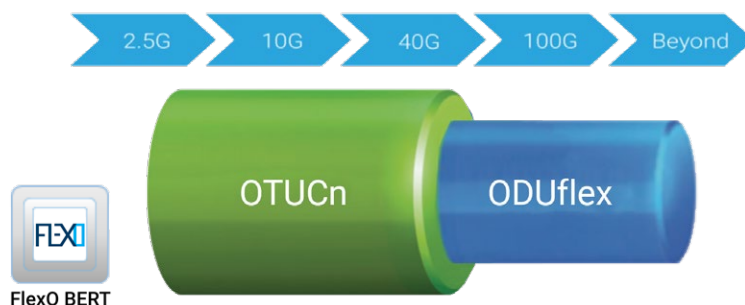
L'OTN est une technologie de transport essentielle pour plusieurs applications (par exemple, métro, cœur de réseau) qui continue d'évoluer et de s'adapter aux défis de la largeur de bande. L'adoption de la norme OTUCn/FlexO (qui fait partie de la norme G.709 de l'UIT) permet à l'OTN de devenir plus flexible et d'évoluer plus efficacement au fur et à mesure de l'émergence des futures normes Ethernet et des technologies de transport.

L'objectif est d'assurer une évolution à long terme de ce protocole qui peut transporter, de manière souple, une charge utile en fonction des demandes de bande passante.

La solution OTUCn/FlexO BER d'EXFO permet de tester jusqu'à 419G mappés en ODUFlex sur 1, 2, 3 ou 4 interfaces FOIC1.4 pour 100G, 200G et 400G FlexO, respectivement. Grâce à des outils puissants permettant d'injecter et de surveiller les alarmes et les erreurs OTUCn/FlexO, les fabricants d'équipements de réseau, les centres de données et les laboratoires des opérateurs sont désormais équipés pour valider les éléments de transport, y compris cette nouvelle norme de l'écosystème 400G.

Capacités OTUCn/FlexO

- OTUC4 419G CBR client mappé en ODUFlex
- OTUC1, OTUC2, OTUC3 et OTUC4 CBR client mappé dans ODUFlex
- Surveillance et injection des alarmes/erreurs de l'OTUCn
- Configuration et surveillance du type de trace/charge utile OTUCn
- Groupe FlexO mappé sur les interfaces FOIC1.4
- Surveillance et injection des alarmes/erreurs FlexO
- Les alarmes de skew excessif sont signalées pour les instances FlexO et les voies FOIC1.4 dans les pages Alarmes/Erreurs
- FOIC1.4 contrôle de l'alignement des voies de circulation



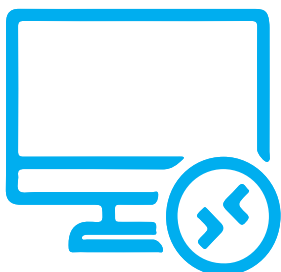
OUTILS DE TEST DE LOGICIELS

Ces outils de test logiciels basés sur la plateforme améliorent la valeur des plateformes LTB-8 et FTB-4 Pro, en fournissant des capacités supplémentaires de contrôle et de test d'inspection.

ConnectorMax

Applications logicielles

ConnectorMax2 est une puissante application d'inspection automatisée basée sur une plateforme qui permet d'obtenir des résultats rapides comme l'éclair lors de la première étape du test des liaisons par fibre optique. Il permet d'évaluer rapidement la réussite ou l'échec des extrémités des connecteurs et est conçu pour économiser du temps et de l'argent, sur le terrain et en laboratoire.



Télécommande

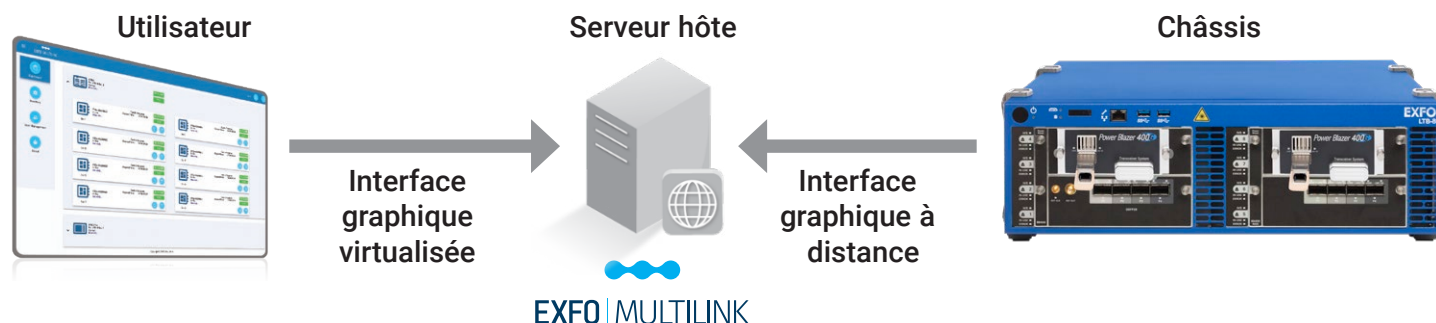
La conception basée sur Windows permet une utilisation à distance par le biais de TeamViewer, Remote Desktop (RDP), Virtual Network Computing (VNC), Microsoft Teams et le logiciel à distance gratuit, EXFO Remote Toolbox :

- Effectuer des tests et des évaluations à distance
- Profitez d'un accès à distance facile en vous connectant à un réseau Ethernet fixe/sans fil ou à un hotspot, sans avoir à vous connecter au réseau du client
- Effectuer des tâches d'automatisation en utilisant SCPI et Python dans un environnement de test automatisé



EXFO | MULTILINK

La valeur de la connectivité vient de la possibilité de connecter votre plateforme n'importe où, n'importe quand. L'application EXFO Multilink **multi-modules, multi-utilisateurs** et **multi-châssis** permet d'accéder à distance à chaque châssis et module par l'intermédiaire d'un réseau centralisé.



EXFO | Connect

EXFO Connect fait de vos données un atout pour l'entreprise

EXFO Connect redéfinit complètement les tests intégrés grâce à sa solution hébergée dans le nuage. Doté de puissantes technologies de base de données et d'application, EXFO Connect offre un environnement automatisé et sécurisé qui relie vos instruments de test EXFO et centralise vos rapports de test.

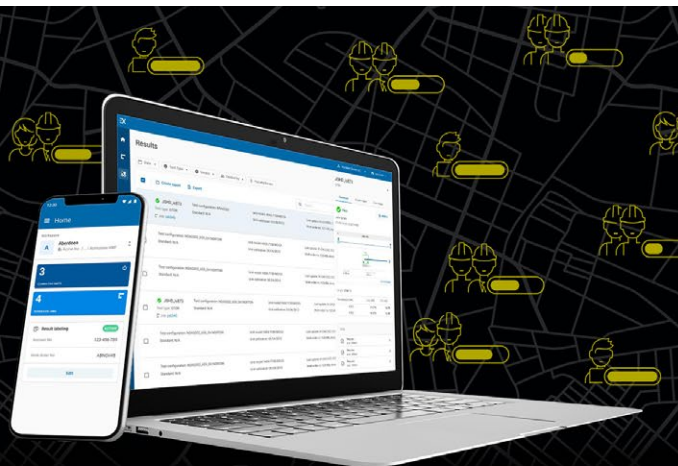




PARTAGEZ LES RÉSULTATS DES TESTS. RENFORCEZ LA CONFORMITÉ. EXPLOITEZ LES DONNÉES.

Solution infonuagique pour partager les résultats de tests et assurer la conformité.

Associée aux équipements de test de pointe d'EXFO, EXFO Exchange est le moteur d'un écosystème complet, tout en s'intégrant facilement aux processus opérationnels existants.



PRINCIPAUX AVANTAGES



Automatisez la gestion des résultats de tests



Optimisez la conformité et l'efficacité



Renforcez la collaboration et la visibilité



Profitez de rapports complets



Exploitez les données pour voir ce qui compte vraiment

INSTALLATION SIMPLE EN TROIS ÉTAPES

1

Créez votre compte gratuit EXFO Exchange

Commencez votre voyage en créant un compte EXFO Exchange. La création de votre compte est rapide et facile.



2

Installez l'application mobile

Téléchargez l'application EXFO Exchange pour permettre aux données de test des appareils EXFO compatibles d'être téléchargées en toute sécurité dans le nuage (gratuitement).



Pour les utilisateurs de MaxTester & FTB, installez l'application native.



3

Gagnez en temps et en efficacité

Une fois votre compte créé, l'application mobile installée et couplée aux appareils EXFO compatibles, tous les résultats des tests seront envoyés dans le nuage. Sur l'application web, vous verrez les résultats des tests sur le terrain de tous les testeurs invités.



Commencez >



ES France - Département Tests & Mesures
127 rue de Buzenval BP 26 - 92380 Garches



Tél. 01 47 95 99 45
Fax. 01 47 01 16 22



e-mail : tem@es-france.com
Site Web : www.es-france.com

SPECIFICATIONS MECANQUES ET ENVIRONNEMENTALES

Taille (H × L × P)	101 mm × 159 mm × 175 mm (4 po × 6 1/4 po × 6 7/8 po)	
Poids	1,70 kg (3,75 lb) ^a	
Température	Fonctionnement	0 °C à 40 °C (32 °F à 104 °F)
	Entreposage	-40 °C à 70 °C (-40 °F à 158 °F)

INTERFACE REF-OUT

Amplitude de l'impulsion Tx	200 mVpp à 1300 mVpp, en fonction de la fréquence
Fréquence de transmission	155 MHz à 3,50 GHz
Configuration de la sortie	Couplé en courant alternatif
Impédance de charge	50 Ω
Type de connecteur	SMA
Câble externe	Longueur de câble maximale de 1 mètre (câble RG178 avec une atténuation de 3,1 dB/m à 3,5 GHz)

SÉCURITÉ LASER



Module : L'unité hôte que vous utilisez avec votre module peut avoir différentes classes de laser. Reportez-vous à la documentation de l'unité hôte pour obtenir des informations précises.

a. Avec du mastic.



RÉSUMÉ DES CARACTÉRISTIQUES CLÉS

Tests de conformité détaillés	Normes IEEE 802.3ba et IEEE 802.3bs
Support multi-interface	Émetteurs-récepteurs enfichables 4x25G QSFP28 conformes à la MSA Câble AOC QSFP28/QSFP-DD CFP Spécification de l'interface de gestion MSA version 2.6 (R06a) QSFP-DD MSA révision 4.0, 8x50G et 4x100G OSFP MSA révision 2.0, 8x50G et 4x100G Les câbles DAC 400G supportent Émetteurs-récepteurs QSFP+ enfichables, conformes à la norme MSA Émetteurs-récepteurs optiques SFP28 enfichables, conformes à la norme MSA Émetteurs-récepteurs optiques SFP/SFP+ enfichables, conformes à la norme MSA
Taux de ligne	425/212,5/106,25 (lambda simple)/103,125/53,125/41,25 Gbit/s, 100G SRBD, 25GE, 10GE LAN, 10GE WAN et 1GE OIF DCO Cohérent OSFP & QSFP DD ZR et ZR+
Prise en charge de l'écosystème 400G	400/200GbE, FlexE et OTUCn et FlexO
Validation robuste de la couche physique	Génération et surveillance des erreurs de voie 400GAUI Cartographie des voies PCS et capacité de surveillance Génération et mesure du skew par voie Génération et surveillance des erreurs PCS par voie Accès complet MDIO/I2C en lecture/écriture
Validation des émetteurs-récepteurs et des câbles	SFP, SFP+, SFP28, QSFP+, QSFP28, QSFP56, QSFP-DD, OSFP et CFP2-DCO
iOptics	Contrôle rapide de l'interface E/S du dispositif optique Test de niveau de puissance Tx optique Test de présence et de niveau du signal Rx optique Test de stress Test de skew excessif Contrôle de la température et de la consommation électrique Bouclage de l'hôte et du support
Mesure de la puissance	Mesure de la puissance du canal optique avec indicateurs de couleur par voie
Mesures de fréquence	Permettre aux utilisateurs de mesurer la fréquence reçue par longueur d'onde (en po) dans le cadre de l'utilisation d'optiques parallèles
Décalage de fréquence	Décalage de l'horloge du signal transmis sur une interface sélectionnée et surveillance
Analyse du non-blocage des émetteurs-récepteurs	Permet de surveiller pas à pas la séquence de démarrage de l'émetteur-récepteur
BERT	Tests BERT encadrés et non encadrés utilisant différents paramètres différentes tailles de cadre, y compris EMIX
Temps d'interruption du service (SDT)	Mesures du temps d'interruption du service basées sur l'absence de trafic, le mode, avec des statistiques comprenant le temps d'interruption le plus long, le plus court, le dernier, la moyenne, le décompte, le total et les seuils de réussite/échec
Mesures de latence dans BERT	Mesures de retard à haute résolution intégrées dans le TEB avec des statistiques incluant les seuils actuels, moyens, maximums, minimums, de comptage, totaux et de réussite/échec
Mode d'injection d'erreur	Manuel, taux et continu (taux maximum)
Couche 2	Édition de l'adresse MAC et du type d'Ether disponible Capacité Q-in-Q avec possibilité d'aller jusqu'à trois couches de VLAN empilés
Couche 3/4	Configuration de l'adresse IP source et destination disponible Configuration du TOS/DSP IP disponible Configuration du port source et destination UDP disponible
RFC 2544	Débit, back-to-back, perte de trame et mesures de latence à haute résolution selon RFC 2544; taille de trame : définie par la RFC ou configurable par l'utilisateur
EtherSAM	Test UIT-T Y.1564 simplifié qui permet d'effectuer des tests de configuration et de performance des services en utilisant le bouclage à distance ou le mode double ensemble de test pour des résultats bidirectionnels
Génération et suivi du trafic	Génération et mise en forme d'un maximum de 16 flux de trafic Ethernet et IP, y compris la surveillance simultanée du débit, de la perte de trames, de la gigue des paquets, de la latence et des trames hors séquence, y compris l'inondation MAC pour les adresses MAC source et destination
Support de câble de dérivation	Vérification des câbles de dérivation 2x100GE, 4x100GE, 2x200GE et 8x50GE fournissant la puissance optique Tx/Rx, le trafic L2/L3 et les statistiques BERT par liaison
Boucle intelligente	Renvoyer le trafic Ethernet à l'unité locale en échangeant le surdébit des paquets jusqu'à la couche 4
Analyse de la taille de la trame Rx	< 64, 65 - 127, 128 - 255, 256 - 511, 512 - 1023, 1024-1518 et > 1518
Taux Rx	Utilisation de la ligne (%), largeur de bande Ethernet (Mbit/s), fréquence d'images (images/s) et nombre d'images
Alarmes Ethernet	Liaison interrompue, défaut local détecté, défaut local reçu, défaut à distance, LOA
Erreurs Ethernet	FCS, jabber, runt, undersize et oversize



RÉSUMÉ DES CARACTÉRISTIQUES CLÉS (SUITE)

Analyse des erreurs de la couche supérieure	Somme de contrôle UDP
Alarmes et erreurs de la voie PCS	LOS, LOC-lane, LOAML, skew excessif, Inv. Marqueur, SYMB pré-FEC et bit pré-FEC
Insertion de biais	Génération de skew par voie et plage de mesure 0 à 10550
Cartographie des voies logiques du PCS	Manuel et aléatoire
FEC	Génération et analyse des erreurs corrigibles et non corrigibles de la FEC, surveillance locale et à distance de la SER dégradée
Statistiques de la FEC	Nombre d'erreurs de symbole par mot codé corrigeable, nombre d'erreurs de symbole pré-FEC et statistiques sur les bits, nombre de mots codés (sans erreur et non corrigeables) et pourcentage
Histogramme PAM4	Fournit une vue graphique du diagramme de l'œil PAM4 par voie, y compris les niveaux PAM4
Préaccentuation	Options pré/main/post curseur, œil inférieur/supérieur et swing (%) pour améliorer la forme d'onde électrique
Outils IP	Exécute les fonctions ping et traceroute
Tests IPv4 et IPv6	Effectue les tests suivants jusqu'à 400G sur IPV4 et IPv6, RFC 2544, BERT, génération et surveillance du trafic, EtherSAM, ping et traceroute
Filtrage avancé	Configurer jusqu'à 10 filtres, chacun avec quatre champs qui peuvent être combinés avec des opérations AND/OR/NOT; un masque est également fourni pour chaque valeur de champ avec des capacités IPv4 ou IPv6
Accès à distance	Prise en charge par EXFO Remote ToolBox, Remote Desktop, VNC et EXFO Multilink pour le support multi-utilisateurs
Automatisation	Large éventail de commandes disponibles par application pour permettre l'automatisation des tests
Rapports	Les résultats des tests sont inclus dans un rapport qui peut être généré dans différents formats : pdf, html et json

TEST BER NON ENCADRÉ

Configuration des motifs	16 voies 400GAUI-16 non encadrées, 16 voies 400GAUI-8 non encadrées, 8 voies 400GAUI-8 non encadrées, 4 voies 200GAUI-4 non encadrées et 8 voies 200GAUI-4 non encadrées
Modèles PRBS par voie	Permettre aux utilisateurs de configurer différents modèles PRBS sur différentes voies 400GAUI
Modèles	PRBS 2E31-1, PRBS 2E23-1, PRBS31Q, PRBS13Q, SSPRQ capacité d'inverser les modèles
Mesure des erreurs	Mauvaise correspondance 0, mauvaise correspondance 1, erreur de bit et perte de modèle par voie 400GAUI/200GAUI affichées en secondes, en nombre et en taux
Injection d'alarme	Possibilité d'injecter en continu des pertes de modèle et des LOS par voie de 400GAUI/200GAUI

Flex ETHERNET

Conformité	Conforme à l'OIF, FlexE 2.0
Support multi-interface	Quatre ports QSFP28, un port QSFP-DD ou OSFP pour configurer le trafic FlexE jusqu'à 400GE
Support RS-FEC	Capacités RS-FEC par port
Contrôle de l'obliquité	Surveillance graphique du skew par port
Insertion de biais	Génération de skew par port et plage de mesure 0 à 10000 ns
Numéro PHY	Nombre de FlexE PHY par édition de port disponible
Numéro du groupe	L'édition du numéro de groupe FlexE est disponible
Client	L'édition de l'identifiant du client et de l'adresse Mac est disponible pour chaque client
Type de calendrier	Configuration et suivi du calendrier A/B
Édition calendrier	Configuration graphique du calendrier par slot/client/client pour le bonding FlexE, le sous-débit et la canalisation
Clients disponibles	Différentes configurations de clients sont possibles : 5GE, 10GE, 25GE, 40GE, 50GE, 100GE, 150GE, 200GE, 250GE, 300GE, 350GE et 400GE
Capacité des ports	Affichage de la capacité calendaire utilisée, inutilisée et attribuée en Gbit/s
Statistiques sur les clients	Taille, taux Tx et Rx en Gbit/s, nombre de trames
BERT	Analyse du taux d'erreur binaire du client FlexE sélectionnable à l'aide d'un modèle spécifique
Injection d'erreurs BER	Manuel, taux et continu (taux maximum)
Surveillance et injection des erreurs/alarmes	Par port FlexE PHY, par groupe FlexE et par client
Frais généraux FlexE	Affichage d'un aperçu détaillé des blocs 1 à 8 par trame de l'overhead FlexE pour Tx et Rx
FlexE G.mtn path OAM (version pré-standard)	Prise en charge de l'état de la fonction CC, de la vérification de la connectivité, de la mesure du retard bidirectionnel et de la surveillance du type de CS



ESSAIS DE TRANSPORT

Interfaces OTN	Respect des normes	UIT-T G.709, G.798, G.872 et supplément 43 de la série G de l'UIT-T
	Tarifs des lignes	OTU3 (43 Gbit/s), OTU3e1 (44,57 Gbit/s), OTU3e2 (44,58 Gbit/s), OTU4 (111,81 Gbit/s)
	Mesure de la puissance	Mesure de la puissance du canal optique avec indicateurs de couleur
	Mesure de la fréquence	Mesures de fréquence d'horloge affichées en Hz
	Décalage de fréquence	Décalage de l'horloge du signal transmis sur une interface sélectionnée, et surveillance pour exercer un circuit de récupération d'horloge sur les éléments du réseau
Couche OTL	Erreurs par voie	Marqueur non valide, FAS
	Alarmes par voie	OOF, LOF, LOR, OOR, skew excessif
	Alarme mondiale	LOL
Couche OTU	Erreurs	OTU-FAS, OTU-MFAS, OTU-BEI, OTU-BIP-8
	Alarmes	LOF, OOF, LOM, OOM, OTU-TIM, OTU-BDI, OTU-IAE, OTU-BIAE, OTU-AIS
	Trace les alarmes	Identificateur de trace (TTI) de 64 octets tel que défini dans la norme UIT-T G.709
Couche ODU	Erreurs	ODU-BIP-8, ODU-BEI
	Alarmes	ODU-AIS, ODU-OCI, ODU-LCK, ODU-TIM, ODU-BDI, ODU-FSF, ODU-BSF, ODU-FSD, ODU-BSL, ODU-LOFLOM
	Traces	Identificateur de trace (TTI) de 64 octets tel que défini dans la norme UIT-T G.709
	FTFL	Octet de type et de localisation de l'erreur ; tel que défini dans la norme ITU-T G.709
Couche ODU TCM	Erreurs	TCMi-BIP-8, TCMi-BEI (i = 1 à 6)
	Alarmes	TCMi-LTC, TCMi-TIM, TCMi-BDI, TCMi-IAE, TCMi-BIAE
	Traces	Identificateur de trace (TTI) de 64 octets tel que défini dans la norme UIT-T G.709
Couche OPU	Alarmes	OPU-PLM, OPU-CSF, OPU-AIS, OPU-MSIM, OPU LOOMFI, OOMFI, OMFI ^a
	Type de charge utile	Génère et affiche la valeur PT reçue
Correction d'erreur directe (FEC)	Erreurs	Génération et analyse des erreurs corrigibles et non corrigibles de la FEC
Cartographie Ethernet sur OTN	Cartographie Ethernet 40G et 100G sur OTU3 et OTU4, respectivement, à l'aide de GMP	
	Capacité de transcodage 40G avec alarmes, erreurs et statistiques	
	Alarmes, erreurs et statistiques GMP	
	Mappage GigE dans ODU0 en utilisant GFP-T, mappage 10 GigE dans ODU2 en utilisant GFP-F, mappages 10 GigE directs dans ODU1e et ODU2e dans différentes structures de multiplexage ODU	
	40GE dans OTU3 dans OTU4	
	Flexibilité pour mapper jusqu'à un signal client Ethernet 10G dans ODUflex	
Transcodage 40GE	Erreurs	Drapeau non valide, violation POS, violation MSEQ, masque PCS-BIP-8 par voie, PCS-BIP-8 par voie, OTN-BIP-8 par voie, violation SEQ
	Alarmes	LOBL 1027B, Hi-BER 1027B, LOAML 1027B
BPF	Erreurs	Cm CRC-8, CnD CRC-5
	Alarmes	BPF OOS ^a
	Statistiques	Valeurs minimales/maximales de Cm et valeurs minimales/maximales de CnD pour les GMP Tx et Rx
Multiplexage ODU3/ODU4	Mises en correspondance	ODU13, ODU23, ODU123, ODU03, ODU013, ODU0123, ODU04, ODU014, ODU134, ODU24, ODU234, ODU34, ODU14, ODU01234, ODU0124, ODU024, ODU034, ODU1e4, ODUflex24, ODU2e4 et ODU124, ODU1234 avec motif PRBS et mappages clients GigE, 10 GigE, 40 GigE et 100 GigE dans les charges utiles de l'OPU
	Alarmes	ODU34, ODU14, ODU01234, ODU0124, ODU024, ODU034, ODU1e4, ODUflex24, ODU2e4 et ODU124, ODU1234 avec motif PRBS et mappages clients GigE et 10 GigE dans les charges utiles OPU
	Clients	Mappages des clients GigE, 10 GigE, 40 GigE et 100 GigE dans les charges utiles de l'OPU
	ODU0	Conteneur ODU0 (1,25 Gbit/s) avec Gigabit Ethernet et modèle PRBS
	ODUflex	ODUflex aux taux ODU3 et ODU4 avec une flexibilité totale pour configurer la largeur de bande requise sur la base de n créneaux temporels tributaires de 1,25 Gbit/s avec un motif PRBS dans la charge utile ODUflex
GFP-F/T	Erreurs	GFP-cHEC-CORR, GFP-cHEC-UNCORR, GFP-tHEC-CORR, GFP-tHEC-UNCORR, GFP-eHEC-CORR, GFP-eHEC-UNCORR, GFP-pFCS
	Alarmes	GFP-LFD, GFP-EXM, GFP-UPM, GFP-DCI, GFP-FDI, GFP-RDI, GFP-LOCS, GFP-LOCCS, GFP-reserved CMF
	Statistiques sur le type de trame	Données du client, gestion du client, inactif, PTI réservé, PLI réservé, non valide, rejeté
	Inadéquation Rx	PFI, EXI, UPI, CID
	Statistiques du superbloc GFP-T	Valide, invalide et total

a. Analyse des alarmes uniquement.



OTUCn/FlexO	
Conformité	UIT-T G.709, UIT-T G.709.1 et UIT-T G.798
Support multi-interface	Ports FOIC (QSFP28) disponibles testant jusqu'à 419G
Support RS-FEC	Surveillance et injection d'erreurs RS FEC par PHY
ID de l'instance FlexO	Sélection du numéro d'identification, contrôle et détection de la non-concordance
ID du groupe FlexO	Sélection du numéro d'identification du groupe, surveillance et détection des erreurs
FOIC	Prise en charge de la surveillance des marqueurs d'alignement et de l'injection d'erreurs FOIC par voie de circulation
Obliquité	Surveillance des alarmes de skew sur les PHY et valeurs de skew rapportées par instance FlexO
BERT	Analyse des erreurs de bits à l'aide de PRBS31 permettant la surveillance et l'injection d'alarmes et d'erreurs
Injection d'erreurs BER	Manuel, taux et continu (taux maximum)
Cadre OTUCn	Alarmes de niveau OTUC1, OTUC2, OTUC3 et OTUC4, surveillance des erreurs et injection
ODUCn/ODUK	Alarmes de niveau, surveillance des erreurs et injection des ODU1, ODU2, ODU3 et ODU4
OTUCn	Configuration et surveillance des traces
ODUCn/ODUK	Configuration et surveillance du type de trace/charge utile

OPTIQUE COHÉRENTE	
Conformité	OIF 400ZR, IEEE 802.3cw, OpenZR+, OpenROADM
Puissance Tx	Puissance optique Configuration de l'émetteur-récepteur Tx
Longueur d'onde	Configuration de la grille Tranceiver
Métriques optiques	L'ensemble de test affiche les mesures optiques suivantes : CD (ps/nm), CFO (MHz), DGD (ps), OSNR (dB), PDL (dB), SOPCR (Krad/s), SOPMD (ps2)
Configuration du client	Configuration des clients Ethernet L2/3 et L4
Trame Ethernet	Configuration de la trame Ethernet du client fixe ou EMIX
Client Ethernet BERT	Analyse des erreurs de bits à l'aide de PRBS31 permettant la surveillance et l'injection d'alarmes/d'erreurs
FED	L'utilisateur peut activer la surveillance de l'alarme de dégradation excessive du FEC
FDD	L'utilisateur peut activer la surveillance de l'alarme de dégradation détectée par le FEC
Alarmes FEC	Surveillance des alarmes FED et FDD
Surveillance des erreurs FEC	Surveillance FEC-UNCOR-FR et FEC-COR-BITS
Alarmes Ethernet	Link down, L Fault Det, L Fault Rcd, Remote fault LOA alarms
Erreurs Ethernet	66B Block, FEC-UNCOR-FR, FEC-COR-BITS, FCS, Jabber, erreurs runt et undersize
Injection d'erreurs et d'alarmes	L'utilisateur peut injecter des erreurs et des alarmes d'interface, d'Ethernet, de PCS et de BERT
Alarmes DCO Tx	Tx LOA, Tx OOA, Tx CMU LOL, Tx RefClk LOL, Tx Deskew LOL, Tx FIFO
Alarmes DCO Rx	Rx LOF, Rx LOM, Rx Demod LOL, Rx CDC LOL, Rx LOA, Rx OOA, Rx Deskew LOL, Rx FIFO

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).