



GUIDE DE RÉFÉRENCE SUR LES CÂBLES FIBRE OPTIQUE

Série de livres électroniques
technologiques - #2 de 4

- **Théorie des tests – Performances du câblage fibres optiques**

FLUKE
networks[®]
• • • • •

Sommaire

Théorie des tests – Performances du câblage fibres optiques	3
Normes de performances de l'industrie.....	3
Normes des applications en réseau.....	6
Prochainement	11
Solutions de test et de dépannage des fibres optiques de Fluke Networks	12
Ressources en ligne	13

Théorie des tests – Performances du câblage fibres optiques

La certification est la forme la plus complète de tests sur le terrain. Comme mentionné précédemment, la procédure de test de certification garantit que le câblage installé est conforme aux normes de performances de transmission définies par les normes de l'industrie, telles que les normes ISO/IEC (International Organization for Standard/ International Electrotechnical Commission) et TIA applicables.

Normes de performances de l'industrie

Deux groupes de normes doivent être considérés pour obtenir une spécification complète et s'assurer que le câblage installé répondra aux exigences des applications en réseau prévues. Après tout, l'objectif des tests de certification est de s'assurer que le système de câblage ne sera pas à l'origine d'un dysfonctionnement du réseau, même avant l'installation de l'équipement réseau. Les deux groupes de normes reconnaissent leurs exigences réciproques, mais ne fournissent pas un chevauchement parfait.

Normes d'installation génériques

Les normes génériques concernent les règles générales d'installation et les spécifications de performances. Les normes applicables sont : ISO std 11801-1:2017(en) et ISO/IEC 14763-3 Edition 2.0, Technologies de l'information – Implémentation et fonctionnement du câblage dans les réseaux d'utilisateurs – Partie 3 : Contrôle du câblage fibre optique, et la norme ANSI/TIA 568.3-D, Câblage fibre optique et composants. Cette dernière spécifie les exigences en matière de performance et de transmission pour les câbles, les connecteurs, le matériel de connexion et les jarretières fibre optique locaux. Les méthodes de transition utilisées pour maintenir la polarité de la fibre optique et assurer la connectivité entre les

émetteurs et les récepteurs à l'aide de la connectivité simplex, duplex et de réseau sont également décrites.

Ces normes traitent des spécifications des tests sur site pour les performances de transmission post-installation, qui dépendent des caractéristiques des câbles, de la longueur, du matériel de connexion, des cordons, du câblage de raccordement croisé, du nombre total de connexions et du soin avec lequel elles sont installées. Par exemple, des courbures de câble importantes, des connecteurs mal installés et le problème très courant de la poussière, saleté et autres contaminants sur l'extrémité des fibres dans les connexions, ont une influence négative sur l'atténuation de la liaison.

Les normes d'installation spécifient comme performance de transmission minimale que la perte de liaison mesurée doit être inférieure au maximum autorisé (limite de perte), qui est basé sur le nombre de connexions et d'épissures, mais aussi sur la longueur totale du câble fibre optique. Cette certification doit être réalisée avec des solutions de test de perte optique (OLT S) ou une source lumineuse et un wattmètre (LSPM). Ces outils de test et le réflectomètre optique (OTDR) seront décrits plus en détail ultérieurement. Le réflectomètre optique fournit une bonne indication de la perte totale de la liaison, mais il n'est pas suffisamment précis pour les tests de certification de la perte de liaison. La certification inclut la nécessité d'avoir la documentation relative aux résultats de test. Celle-ci fournit les informations qui démontrent l'acceptabilité du système de câblage ou la prise en charge de technologies réseau spécifiques.

Calcul de la tolérance d'atténuation de la liaison :

Tolérance d'atténuation de la liaison (dB) = tolérance d'atténuation du câble (dB) + tolérance de perte d'insertion de connecteur (dB) + tolérance de perte d'insertion d'épissure (dB)

Où :

Tolérance d'atténuation du câble (dB) = coefficient d'atténuation maximal du câble (dB/km) × longueur (km)

Tolérance de perte d'insertion de connecteur (dB) = nombre de paires de connecteurs × tolérance de perte de connecteur (dB)

Tolérance de perte d'insertion d'épissure (dB) = nombre d'épissures × tolérance de perte d'épissure (dB)

Le **tableau 1** (voir le livre électronique n° 1 de cette série) répertorie le coefficient d'atténuation du câble par type de câble ; ce coefficient est de 3,5 dB/km à 850 nm pour tous les types de fibres optiques multimodes recommandés pour les systèmes de câblage d'immeubles. La fibre monomode qualifiée pour l'intérieure a un coefficient d'atténuation de 1,0 dB/km ou moins, tandis que la fibre monomode qualifiée pour l'extérieure a un coefficient de 0,5 dB/km ou moins. Les normes spécifient également la tolérance de perte maximale du connecteur à 0,75 dB et la tolérance de perte maximale à l'épissure à 0,3 dB. Les installations de câblage bien exécutées doivent généralement fournir des connexions qui présentent des pertes nettement inférieures. De même pour les pertes d'épissures. Notez que la longueur de la liaison fibre doit être connue ou doit être mesurée par l'outil de test pour déterminer la limite de perte.

Le **tableau 2** montre un exemple d'application des calculs de limite de perte. Le calcul est effectué pour 300 mètres de segment de liaison fibre OM3 avec seulement deux connecteurs d'extrémité, sans épissures, avec une source de lumière de 850 nm.

	Perte max. par longueur d'unité ou par élément	Longueur/ nombre	Perte calculée (dB)
Perte max. dans la fibre	3,5 dB/km	0,3 km	1,05
Perte max. dans les connexions	0,75 dB	2 connexions	1,5
Perte max. dans les épissures	0,3 dB	0 épissure	0,0
Limite de perte de liaison			2,55

Tableau 2 - Calcul de la limite de perte pour une liaison multimode de 300 mètres avec une source lumineuse de 850 nm.

Exigences en matière de longueur d'onde et de direction :

1. Les segments de liaison du câblage horizontal ou du sous-système de câblage 1 (TIA-568.3-D) doivent être testés dans un sens à une longueur d'onde de 850 nm ou 1 300 nm pour le multimode et 1 310 nm ou 1 550 nm pour le monomode.
2. Le câblage de la dorsale/du riser (segments de liaison du sous-système de câblage 2 et du sous-système de câblage 3) doit être testé dans au moins une direction sur les deux longueurs d'onde d'utilisation pour tenir compte des différences d'atténuation associées à la longueur d'onde. Les segments de liaison multimode doivent être testés à 850 nm et 1 300 nm. Les segments de liaison monomode doivent être testés à 1 310 nm et 1 550 nm. Les liaisons qui utilisent des connecteurs avec détrompeur pour mettre en œuvre la polarité des fibres ne peuvent être testées que dans la direction prescrite par le détrompage des connecteurs.

Normes des applications en réseau

Pour la certification, les normes d'application en réseau telles que l'IEEE 802.3 pour Ethernet ou ANSI pour Fibre Channel (FC) doivent également être prises en compte. Les applications à haut débit (plage du Gbit/s et supérieures) exigent des limites plus strictes en matière de longueur et de perte de canal, en fonction du type et de la bande passante de la fibre optique et des sources lumineuses utilisées dans les périphériques réseau. Le tableau 3 montre la distance maximale supportée et la perte maximale acceptable au niveau du canal pour un certain nombre d'applications en réseau courantes et pour les différents types de fibres que nous avons décrits précédemment dans le tableau 1. La longueur maximale du canal (distance maximale supportée) est une spécification proxy pour la dispersion. Tant que la longueur du canal ne dépasse pas la longueur maximale indiquée dans la norme, la dispersion ne provoquera pas de panne de communication.

La certification sur le terrain doit s'assurer que la longueur du canal fibre optique ne dépasse pas la distance maximale supportée (limite de longueur). Les normes d'installation mentionnées ci-dessus exigent la mesure de la longueur de câble afin de calculer la tolérance d'atténuation maximale de la liaison, mais elles imposent une longueur maximale générique, qui peut dépasser de loin la longueur spécifiée pour l'application. Cela signifie que des tests ANSI/TIA-568.3-D ne peuvent pas garantir le fonctionnement de vos applications de fibre. La norme ANSI/TIA-568.3-D permet uniquement d'attester de la qualité de l'installation. La norme ANSI/TIA-568.0-D Section 1 invite l'utilisateur à consulter les normes d'application. La section 5.10.1 précise : « La longueur de câble dépend de l'application et du support spécifique choisi (voir annexe C). La longueur comprend les cordons et cavaliers utilisés pour les raccordements croisés, les interconnexions et les connexions à la prise de l'équipement. »

Les **tableaux 3 et 4** indiquent que la longueur est limitée et qu'elle diminue pour des débits de données plus élevés en fonction de l'évaluation de la bande passante de chaque fibre type (fonction des caractéristiques de dispersion modale de la fibre).

Application	Longueur d'onde	OS1		OS2	
		Dist. (m)	Perte (dB)	Dist. (m)	Perte (dB)
10GBASE-L	1310	10000	6.2	10000	6.2
40GBASE-LR4	1310	10000	6.6	10000	6.6
100GBASE-LR4	1310	10000	6.3	10000	6.3

Tableau 3 – Distance et perte maximales au niveau du canal pour une application fibre optique monomode par type de fibre.

Application	Longueur d'onde	OM1		OM2		OM3		OM4		OM5	
		Dist. (m)	Perte (dB)								
1000BASE-SX	850	275	2.6	550	3.6	800	4.5	880	4.8	n/a	n/a
10GBASE-S	850	33	2.4	82	2.3	300	2.6	450	3.1	400	2.9
40GBASE-SR4	850	n/a	n/a	n/a	n/a	100	1.9	125	1.9	150	1.5
100GBASE-SR4	850	n/a	n/a	n/a	n/a	70	1.8	100	1.9	100	1.9
100GBASE-SR10	850	n/a	n/a	n/a	n/a	100	1.9	125	1.9	150	1.5
Fiber Channel 10G 1200-MX-SN-I (10 512 Mbaud)	850	33	2.4	82	2.2	300	2.6	300	2.6	n/a	n/a
Canal fibre 16G 1600-MX-SN (10 512 Mbaud)	850	n/a	n/a	35	1.6	100	1.9	125	1.9	n/a	n/a

Tableau 4 – Distance et perte maximales au niveau du canal pour les applications fibre optique multimode par type de fibre.

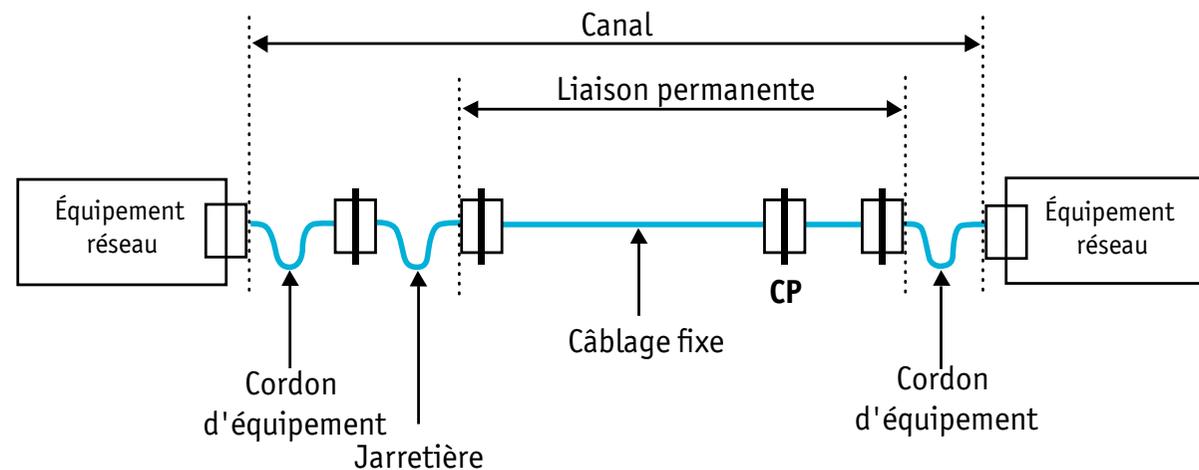


Figure 11 – Le canal représente la liaison de bout en bout reliant l'émetteur et le récepteur. Le câblage fixe, un sous-segment du canal, est appelé lien permanent. La figure montre un modèle de liaison horizontale générique contenant des connexions optionnelles telles que le CP (point de consolidation).

Le canal correspond à la liaison totale du câblage, y compris toutes les jarretières (également appelées cordons d'équipement) qui relient les périphériques actifs. La **figure 11** illustre la différence entre le canal et le lien permanent. Le lien permanent décrit la liaison considérée comme faisant partie intégrante de l'infrastructure du bâtiment ou du datacenter. L'équipement réseau est connecté au lien permanent à l'aide de jarretières. Veillez à sélectionner les cordons composés du même type de fibre que le câblage fibre optique du lien permanent.

Une liaison fibre optique est généralement constituée de plusieurs segments ou sections, et l'équipement réseau n'est souvent pas encore installé lors de la certification de l'installation de câblage. Il ne suffit pas de tester chaque segment par rapport aux normes d'installation. Pour s'assurer que le système de câblage installé supporte l'application réseau prévue, il faut que les canaux installés (liaisons fibre de bout en bout) répondent aux exigences de longueur et de perte définies dans les spécifications de l'application, comme indiqué dans les **tableaux 3 et 4**.

Vous pouvez sélectionner l'une des deux méthodes suivantes pour vous assurer que le canal installé répond aux exigences de l'application avant de mettre le réseau en service :

1. Calculer la perte au niveau du canal en ajoutant les données pour chaque segment de liaison dans le canal et la contribution à la perte attendue des jarretières d'interconnexion. La norme ISO/IEC 14763-3 ED2: 2014 apporte un éclairage explicite quant à la perte d'une connexion TRC, avec une liaison (0,5 dB pour les fibres multimodes et 0,75 dB pour les fibres monomodes) par rapport à la perte maximale des connexions réalisées avec des jarretières commerciales (0,75 dB pour les fibres multimodes et monomodes).
2. Mesurer la perte au niveau du canal comme indiqué à la **figure 12**. Les connexions d'extrémité de canal, c'est-à-dire les connexions avec l'équipement réseau, sont désormais réalisées avec des TRC qui présentent une perte négligeable. Cette méthode doit être utilisée lorsque l'on

teste le nombre total de canaux de fibre et pas seulement leurs segments. De plus, la configuration du test doit inclure les jarretières finales ainsi que les TRC. Gardez à l'esprit que la précision des mesures dépend fortement d'une configuration correcte de la référence de fibre.

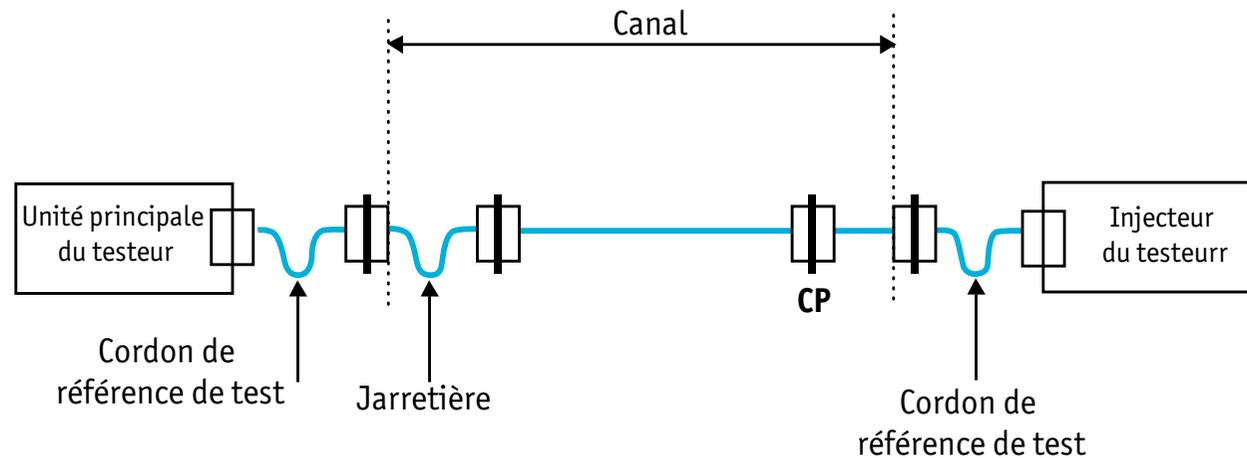


Figure 12 – Les connexions d'extrémité sur la figure 12 ne font pas partie des spécifications de canal. En remplaçant les jarretières par les cordons de référence de test (TRC) pour la mesure de la perte et de la longueur du canal, l'« erreur » dans la mesure de la perte est représentée par la différence de longueur entre un TRC et la somme des deux jarretières utilisées pour terminer le canal.

Polarité de la liaison fibre optique

Les installations de réseau local prennent en charge la communication bidirectionnelle en utilisant des fibres optiques distinctes dans chaque direction. Le système de câblage doit fournir des moyens de maintenir une polarité de signal correcte afin que l'émetteur à une extrémité du canal se connecte au récepteur à l'autre extrémité de celui-ci. Plusieurs méthodes sont utilisées pour maintenir la polarité des systèmes de câblage fibre optique. Les directives sont décrites et illustrées dans l'annexe B de la norme TIA-568-C.0. Il convient de sélectionner les types de connecteurs duplex et les systèmes de connecteurs de réseau qui permettent de maintenir la disposition des fibres par rapport aux fonctionnalités de détrompage de la fiche.

Prochainement

Les livres électroniques suivants seront bientôt disponibles :

#3 : Certification du câblage fibre optique

Sélectionner la norme de performance

Certification - Exigences relatives au processus et à l'équipement

Unités de mesure

Définition de la référence – Principe

Conditions d'émission

#4 : Certification des fibres avec un OLTS dans la pratique

Solutions de test et de dépannage des fibres optiques de Fluke Networks

	Inspection et nettoyage				Tests MPO	Tests de perte et de longueur (Certification de niveau 1)		Caractérisation et dépannage de l'installation (Certification de niveau 2)			
											
	FI-500 FiberInspector™ Micro	FI-7000 FiberInspector™ Pro	FI-3000 FiberInspector™ Ultra	Kits de nettoyage pour fibre optique	Testeur MultiFiber™ Pro MPO	Solutions de test de perte optique CertiFiber® Pro	Testeur de puissance SimpliFiber® Pro et kits de vérification des fibres optiques	Localisateur visuel de défaut VisiFault™	Fiber QuickMap™	Réflectomètre optique (OTDR) OptiFiber® Pro	OptiFiber® Pro PON/FTTx RÉFLECTOMÈTRE OPTIQUE HDR
Vérification de la contamination ou de l'endommagement des extrémités	✓	✓	✓				✓			✓	✓
Évaluation d'inspection d'extrémité		✓	✓				✓			✓	✓
Eclairage de port	✓		✓								
Mise au point automatique	✓		✓								
Nettoyage de la contamination				✓							
Vérification de la connectivité					✓	✓	✓	✓		✓	✓
Vérification de la polarité					✓	✓	✓	✓			
Vérification de la perte sur l'intégralité de la liaison pour garantir le non-dépassement des tolérances de pertes					✓	✓	✓				
Tests des pertes sur fibres doubles						✓				✓	✓
Certification monomode de niveau 1					✓	✓	✓				
Conformité de certification de niveau 1 aux flux encerclés multimodes					Conforme EF au niveau de la traversée de cloison	Avec cordon de test de référence EF	✓				
Localisation des défauts								✓	✓	✓	✓
Certification de niveau 2										✓	✓
Résultats : conformité/non-conformité		✓	✓			✓			✓	✓	✓
Documentation des résultats de test		✓	✓		✓	✓	✓			✓	✓
Types de fibres pris en charge	Multimode Monomode	MPO, Multimode Monomode	MPO	MPO, Multimode Monomode	MPO Multimode Monomode	Multimode Monomode	Multimode Monomode	Multimode Monomode	Multimode	Multimode Monomode	Monomode (1310, 1550, 1490 & 1625 nm)
Type de source					LED, Laser FPr	LED, Laser FP	LED, Laser FP	Laser	Laser	LED, Laser FP	Laser

Autres ressources hautement techniques :

Pour télécharger le livre électronique de test et de dépannage fibre visitez :

www.flukenetworks.com/request/fiber-test-troubleshooting-ebook

Pour télécharger le livre électronique de mesures d'équilibre de paires torsadées, visitez :

www.flukenetworks.com/request/fiber-test-troubleshooting-ebook

Vous voulez parler à un expert, trouvez le numéro de votre contact local sur :

www.flukenetworks.com/contact

Vidéos de formation en ligne

Ces vidéos offrent une formation de base sur le système de certification de câblage Versiv™ complet. Pour chaque produit, une série de vidéos couvre les sujets suivants :

- Déballage : ce qui est fourni avec le produit et qu'en faire
- Configuration d'un test
- Exécution d'un test
- Enregistrement et gestion des résultats (Avec LinkWare™ PC et LinkWare™ Live)

www.youtube.com/FlukeNetworksVideo

Blog de Cabling Chronicles

Découvrez les nouveautés dans le monde des tests et des normes grâce à des articles rédigés par des experts de Fluke Networks.

<https://fr.flukenetworks.com/blog/cabling-chronicles>

Base de données

Tirez le meilleur parti de votre investissement Fluke Networks avec des conseils et astuces, ainsi que des mises à jour de produits de notre équipe d'experts de l'assistance.

<https://fr.flukenetworks.com/knowledge-base>

P.O. Box 777, Everett, WA USA 98206-0777
Fluke Networks est présent dans plus de 50 pays.
Pour connaître les coordonnées du bureau le plus proche de chez vous, rendez-vous à l'adresse
www.flukenetworks.com/contact.

©2020 Fluke Corporation. Tous droits réservés.
11/2020 19086-RL