

# Quatre facteurs importants à connaître pour certifier les réseaux fibre optique

Le déploiement de la fibre optique se poursuit dans les datacenters et les réseaux d'entreprise. Qu'elle soit utilisée dans le câblage principal ou pour connecter des serveurs à des commutateurs, la fibre optique prend en charge des vitesses de données plus élevées et supporte des distances bien supérieures au cuivre. Les tests et la certification de la fibre permettent de s'assurer que le système, tel qu'installé, prendra en charge toutes les applications. La certification s'effectue généralement lors de l'installation initiale par le sous-traitant qui construit l'infrastructure réseau. Le fait d'exiger une certification de l'infrastructure permet d'obtenir des garanties de la part du responsable de l'installation. Ces systèmes étant mis en service par le propriétaire du réseau, ils sont souvent à nouveau testés à ce moment-là pour veiller à ce que rien n'ait changé depuis l'installation. Enfin, les systèmes de fibre optique peuvent être testés pour identifier et dépanner des problèmes de réseau impactant le service. Les tests à effectuer sont définis dans différentes normes.

La Telecommunications Industry Association (TIA) est un groupe américain responsable de l'élaboration de normes. Plus particulièrement, le sous-comité TR42.11, qui travaille sur les systèmes de fibre optique, développe et maintient des normes, spécifications et documents pour les performances, la conception, la caractérisation et la description des sous-systèmes, systèmes et réseaux de fibre optique, quelle que soit l'application.<sup>1</sup> Pour les tests de fibre optique, les documents les plus pertinents sont les suivants :

- TIA-568.3 : Optical Fiber Cabling and Components Standard (Norme sur le câblage de fibre optique et les composants)
  - Section 7 : *Optical fiber transmission performance and test requirements (Exigences en termes de performances de transmission et de tests des fibres optiques)*
  - Annexe E (Informative) : *Guidelines for field-testing length, loss, and polarity of optical fiber cabling (Directives pour tester la longueur, la perte et la polarité du câblage en fibre optique)*
- TIA-526-14 : *Optical power loss measurements of installed multimode fiber cable plant (Mesures de la perte de puissance optique du câblage en fibre optique multimode)*

- TIA-526-7 : *Measurement of optical power loss of installed single-mode fiber cable plant (Mesures de la perte de puissance optique du câblage en fibre optique monomode)*

Au cours des dernières années, ces documents ont été mis à jour pour mieux harmoniser les normes TIA et les normes internationales (CEI). Par exemple, la norme TIA-526-14 est une adaptation de la norme CEI 61280-4-1, de même que la norme TIA-527-7 est une adaptation de la norme CEI 61280-4-2. Cela signifie que les instructions spécifiques aux mesures de perte de puissance optique pour une installation de câble de fibre optique sont cohérentes, quelle que soit votre localisation dans le monde. Comme c'est le cas de toutes les normes, de nombreux documents ci-dessous font appel à d'autres normes. La norme CEI 61300-3-35, *Examens et mesures - Examen visuel des connecteurs à fibres optiques et des émetteurs est importante pour cet article*, car elle est évoquée par les trois normes TIA répertoriées ci-dessus.

<sup>1</sup><https://standards.tiaonline.org/all-standards/committees/tr-42>

Les normes continuent d'évoluer pour refléter les réalités actuelles en termes de déploiement de systèmes, ainsi que les bonnes pratiques à suivre pour qu'ils livrent les performances attendues. Elles évoluent également pour définir des pratiques qui, si elles sont respectées, offriront des résultats de tests plus cohérents. Un suivi précis des normes permettra de s'assurer que les mesures effectuées par différentes personnes (sous-traitants, fournisseurs de câble, utilisateurs finaux) sont cohérentes.

C'est pour cela qu'il est important que les mises à jour des normes et les bonnes pratiques actuelles de l'industrie soient reflétées dans les spécifications pour les installations, et effectuées par les personnes qui testent et certifient les systèmes de fibre optique dans toutes les phases du cycle de vie du réseau.

Cet article n'a pas pour but de fournir une liste exhaustive de toutes les exigences relatives aux normes. Il est conçu pour mettre en avant plusieurs facteurs clés, qui aideront à assurer des mesures de perte optique précises et reproductibles des systèmes de fibre optique installés. Bien que les normes décrivent l'utilisation de réflectomètres optiques (OTDR), cet article aborde uniquement l'utilisation des appareils de test de perte optique (OLTS) pour réaliser ce que l'on nomme la certification de niveau 1 : la mesure de la perte optique et la longueur, le contrôle de la polarité, l'analyse réussite/échec, et la documentation des résultats. Les quatre points importants qui seront développés sont les suivants :

1. L'inspection des connecteurs optiques
2. Le flux inscrit (Encircled Flux) pour les sources multimodes
3. L'utilisation de cordons de référence pour les tests de perte optique
4. La définition et l'exécution de références de test

## 1. Inspection des connecteurs optiques

Lorsque deux fibres optiques sont couplées, trois paramètres permettent de s'assurer que la lumière passe d'une fibre optique à l'autre sans perte ni rétrodiffusion excessive. Les techniques de conception et de production actuelles des connecteurs optiques ont nettement progressé. Sur le terrain, il est cependant difficile de garder des connecteurs propres et sans aucune égratignure. Une seule particule sur le centre de la fibre optique peut causer une perte d'insertion importante, une rétrodiffusion et même des dommages à l'équipement.

L'état des connecteurs optiques est donc le facteur qui impactera le plus les résultats des mesures de perte optique. C'est également un élément clé du système qui affectera ses performances. Cet aspect concerne tous les secteurs qui utilisent la fibre optique, et pas seulement les réseaux d'entreprise et de datacenter. Dans un effort visant à garantir un niveau de performance commun des connecteurs optiques, la CEI a développé la norme 61300-3-35, qui précise les exigences de réussite/d'échec en matière de qualité des connecteurs optiques avant leur connexion. Alors que les secteurs des services de télécommunication (réseaux fixes, sans fil, câble), de l'aérospatiale et bien d'autres ont largement adopté ces normes comme des pratiques standard, ce n'est pas encore le cas des entreprises et des datacenters, même si cela est requis par les normes en vigueur. L'introduction et le déploiement de systèmes à vitesse supérieure, avec des tolérances de perte plus réduites, modifient cette tendance.

Un moyen simple de respecter la norme CEI 61300-3-35 consiste à suivre le processus « Toujours inspecter avant de connecter » (Inspect Before You Connect™ - IBYC). Il est important de vérifier *les deux* connecteurs avant une connexion : par exemple, vérifier le connecteur du cordon de référence mais aussi le connecteur de la traversée de la liaison à tester. L'inspection des deux connecteurs d'une connexion est la seule façon de s'assurer qu'ils sont exempts de contamination et de défauts. Avec l'IBYC, inspectez toujours la fibre optique d'abord : inutile de nettoyer une fibre déjà propre. Si elle est sale, nettoyez-la et inspectez à nouveau pour vérifier que le nettoyage a été efficace. C'est seulement lorsque les deux connecteurs sont propres que vous pouvez les connecter.

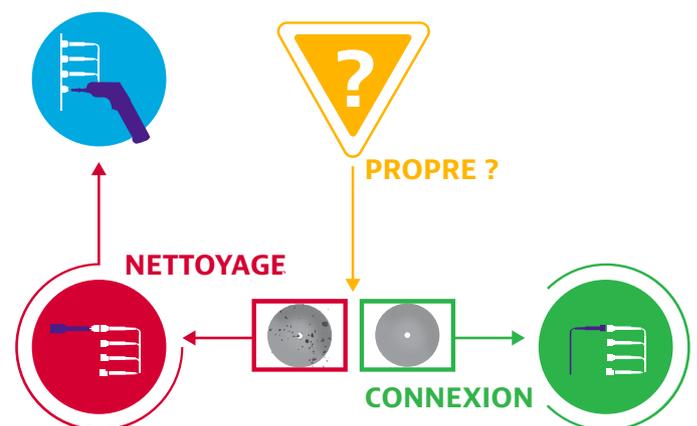


Figure 1. *Toujours inspecter avant de connecter*

## Remarque sur le nettoyage

Il existe de nombreux produits de nettoyage des connecteurs optiques sur le marché. Il est recommandé d'utiliser un produit spécifiquement conçu pour nettoyer les connecteurs optiques. Il existe des méthodes et produits de nettoyage à sec ou humide. De nombreux produits de nettoyage humide existants ont tendance à laisser un film sur la fibre optique, ce qui attire les particules. L'une des pratiques recommandées consiste à commencer par un nettoyage à sec. Si ce nettoyage n'est pas efficace, procédez à un nettoyage humide, suivi d'un nettoyage à sec. Quelle que soit la méthode de nettoyage utilisée, la seule façon de s'assurer de son efficacité consiste à inspecter le connecteur optique.

## 2. Flux inscrit (Encircled Flux) pour les sources multimodes

Les sources multimodes possèdent différentes distributions modales de puissance, également nommées conditions d'émission. Cela signifie que chaque source « remplit » le cœur de la fibre multimode avec différentes quantités de lumière. Certaines sources remplissent le cœur multimode en excès, tandis que d'autres ont tendance à le sous-remplir. Pour faire simple, le remplissage en excès de la fibre optique cause un résultat trop élevé des pertes optiques mesurées, tandis qu'un sous-remplissage cause un résultat trop faible. Il en découle une variation dans les mesures de pertes optiques d'un testeur à l'autre. La norme CEI 61280-4-1 définit une méthode standard pour caractériser les conditions d'émission des sources optiques multimodes utilisées pour la mesure de la perte optique. Le flux inscrit (EF) est la mesure de la fraction de la puissance totale rayonnée par le cœur d'une fibre optique multimode en fonction de son rayon. Un aspect important du flux inscrit est qu'il est mesuré au niveau de la sortie de la fibre amorce, et non de la sortie de la source. L'organisme TIA a créé un bulletin (TSB-4979) qui décrit deux méthodes pour que les sources optiques respectent les exigences en termes de condition d'émission EF.

La méthode 1 consiste à utiliser un contrôleur universel externe qui peut être utilisé pour des sources existantes, dans lesquelles le type de condition d'émission n'est pas connu. Les contrôleurs universels sont disponibles sur le marché depuis un certain temps et se composent d'une « boîte noire » avec des cordons d'entrée et de sortie fixes. Le cordon d'entrée se connecte directement à la source ou à la fibre amorce. Le cordon de sortie fournit une condition conforme à l'EF.

La méthode 2 consiste à utiliser un contrôleur directement dans la source. On obtient une source conforme à l'EF en utilisant des fibres amorces spécifiques. Les sources et fibres amorces sont spécifiques selon leur numéro de modèle, et non de série. Les fournisseurs d'équipement de test créent des sources conformes à l'EF en contrôlant, de manière précise et cohérente, les fibres amorces lors de la fabrication de la source. La plupart des fournisseurs d'équipement de test proposent désormais des sources conformes à l'EF.

Un contrôleur universel externe permet d'utiliser les sources existantes. Bien que les formats soient plus réduits, ils restent assez imposants. Lorsque le connecteur du câble de sortie est usé, il doit être remplacé et l'appareil doit être renvoyé au fournisseur.

## 3. Cordons de référence de test

La connexion entre les cordons de test et le système testé est une cause majeure d'incertitude et de variabilité dans les mesures de perte optique. L'utilisation de cordons de référence de test (TRC) réduit fortement cette variabilité et augmente les chances d'obtenir des mesures de perte cohérentes et reproductibles. Les TRC ne sont pas que des câbles de fibre optique ; ils sont conçus selon différentes spécifications, avec des tolérances bien plus strictes. En particulier, ils utilisent des connecteurs haute performance qui possèdent des caractéristiques géométriques et optiques optimales. Ainsi, lorsque deux connecteurs haute performance sont couplés, il ne devrait y avoir quasiment aucune perte. Le tableau ci-dessous présente la perte attendue lors du couplage de connecteurs haute performance. Il présente également la perte optique attendue lors du couplage d'un connecteur haute performance à un connecteur standard.

Tableau 1. Pertes acceptables lors du couplage de cordons de référence de test\*

Terminaison 1	Terminaison 2	Perte optique max. attendue
Conn. haute perf. SM	Conn. haute perf. SM	≤ 0,2 dB
Conn. haute perf. SM	Conn. standard SM	≤ 0,5 dB
Conn. haute perf. MM	Conn. haute perf. MM	≤ 0,1 dB
Conn. haute perf. MM	Conn. standard MM	≤ 0,5 dB

\*Pertes entre haute performance et performance standard selon la norme TIA-568.3-E

Comparez les pertes optiques dans le tableau ci-dessus à la perte maximale lors de la connexion de deux connecteurs standard, égale à 0,75 dB. En réduisant ce maximum de manière significative, la variabilité des mesures de perte en raison de la connexion du cordon de test au système diminue de manière significative. De plus, ces cordons de test de transmission et de réception étant connectés au système testé, l'impact est doublé.

L'utilisation de cordons de référence de test nécessite de les vérifier avant le début du test, et de temps à autre pendant le test, pour s'assurer qu'ils respectent toujours les exigences en termes d'atténuation. Les TRC sont des éléments consommables qui s'usent au fil du temps. Les fibres optiques peuvent être connectées 500 fois, c'est la même chose pour les TRC. Cependant, ils dureront plus longtemps si l'on utilise les soins et la manipulation appropriés, et si l'on contrôle l'absence de débris et de dommages sur le connecteur avant chaque couplage. La vérification des cordons de référence de test est une étape importante lors de la préparation du test. Heureusement, il s'agit d'un processus très simple. Après avoir défini une référence, connectez simplement les TRC de transmission et de réception avec un adaptateur haute qualité et mesurez la perte. Le résultat doit être égal à  $\leq 0,2$  dB pour les fibres monomodes et  $\leq 0,1$  dB pour les fibres multimodes.

#### 4. Définition et exécution de références de test

Les personnes habituées aux systèmes cuivre connaissent bien les termes de liaison et de canal. Ils s'appliquent également aux systèmes de fibre optique. Une liaison relie deux panneaux de brassage fibre optique et peut inclure des connexions et des épissures. L'ajout de cordons aux deux extrémités crée un canal. Pendant la phase de construction d'un réseau d'entreprise ou de datacenter, c'est généralement la liaison qui est testée. Les canaux ne sont utilisés que rarement. Il est important de comprendre ce concept, car la méthode de référence de test spécifiée par les différentes normes diffère selon que l'on teste une liaison ou un canal.

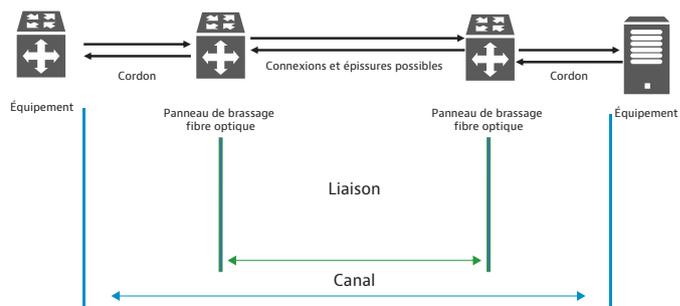


Figure 2. Liaisons et canaux

Trois méthodes de référence de test sont définies par les normes :

- Méthode de référence à un cordon
- Méthode de référence à deux cordons
- Méthode de référence à trois cordons

De manière universelle, la méthode de référence à un cordon est recommandée pour les liaisons, celle à trois cordons est recommandée pour les canaux, et celle à deux cordons est recommandée lors du test d'un système avec un cordon d'équipement à une extrémité et un panneau de brassage à l'autre extrémité. La principale différence entre les méthodes de référence concerne les pertes associées à la connexion des cordons de test au système testé. Les résultats de perte optique de la méthode de référence à un cordon comprennent les deux connexions au système testé. La méthode de référence à trois cordons exclut la perte associée aux cordons de test connectés au système testé. La méthode de référence à deux cordons n'exclut que la perte d'une connexion. Parmi ces trois méthodes, celle à un cordon est la plus fiable et la plus reproductible.

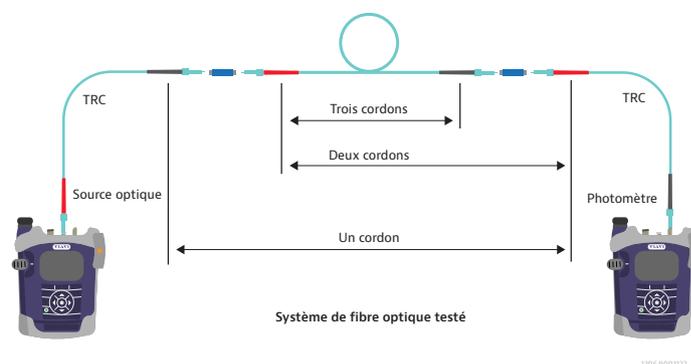


Figure 3. Pertes incluses dans la mesure d'après la méthode de référence

Les OLTS modernes gèrent les différentes méthodes de référence de test. Pour des résultats précis et reproductibles, il faut sélectionner la méthode de référence qui va être effectuée dans le paramétrage de l'OLTS. En d'autres termes, si l'OLTS est paramétré pour la méthode de référence à un cordon et si la méthode à deux cordons est suivie, les résultats ne seront ni précis, ni reproductibles. Sur de nombreux OLTS, une image indique comment la connexion de référence doit être effectuée.

Une méthode de référence à un cordon porte ce nom car un seul cordon est connecté entre la source optique et le photomètre. Puisqu'on utilise un OLTS à chaque extrémité et que chaque OLTS est composé d'une source et d'un photomètre, deux cordons sont connectés entre les appareils. Un cordon est présent entre chaque source optique et chaque photomètre.

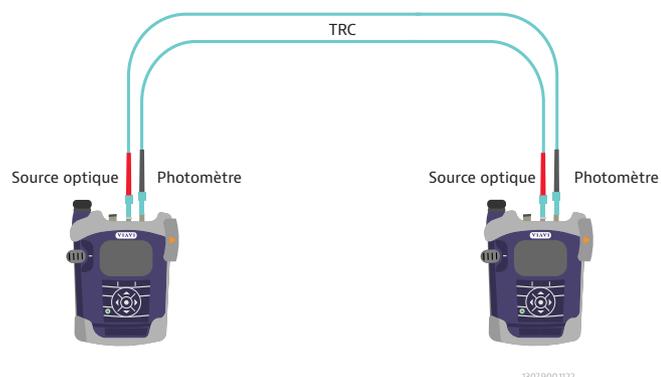


Figure 4. Connexions pour référence à un cordon

Le connecteur qui se branche au photomètre sera connecté à la liaison testée. C'est pour cela que le connecteur branché au photomètre doit correspondre au type de connecteur de la liaison testée (par exemple LC). Le connecteur du photomètre lui-même doit donc être identique à ceux de la liaison testée. La plupart des OLTS offrent des adaptateurs interchangeables, pour permettre à l'utilisateur d'utiliser celui approprié.

Une fois les éléments connectés tel qu'indiqué, la référence est effectuée pour obtenir 0 dB. Les cordons sont ensuite déconnectés du photomètre uniquement. Le TRC ne doit pas être déconnecté de la source optique. En cas de déconnexion, la référence doit être à nouveau effectuée. La déconnexion du TRC du photomètre n'a pas d'impact.

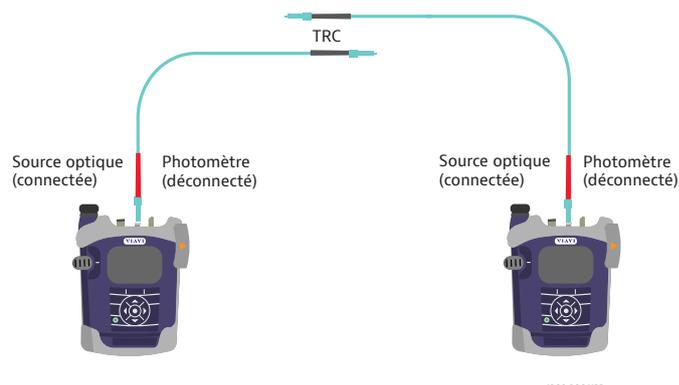


Figure 5. Cordons déconnectés des photomètres

Les deux TRC restants sont ensuite connectés au photomètre ; les quatre TRC sont ainsi connectés à la liaison duplex à tester. Il reste une étape importante.

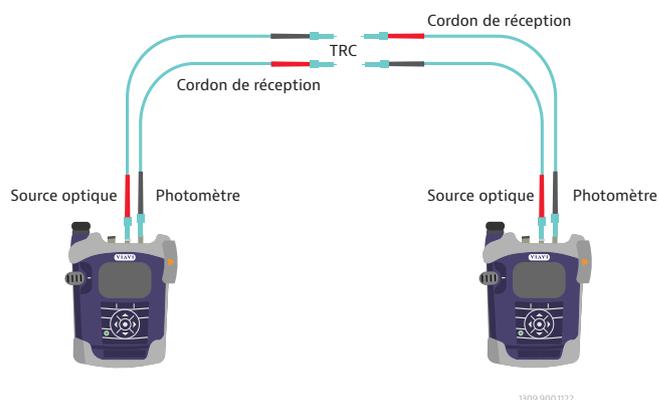


Figure 6. Ajout des cordons de réception

Avant tout test, vous devez vérifier les TRC en reliant les cordons à l'aide d'un adaptateur haute qualité et en effectuant un test. Il est important de commencer par inspecter les extrémités de la fibre optique. La perte maximale est directement issue du Tableau 1 :  $\leq 0,2$  dB pour le monomode et  $\leq 0,1$  dB pour le multimode. Il est conseillé de conserver les valeurs de ce contrôle pour prouver la qualité des TRC.

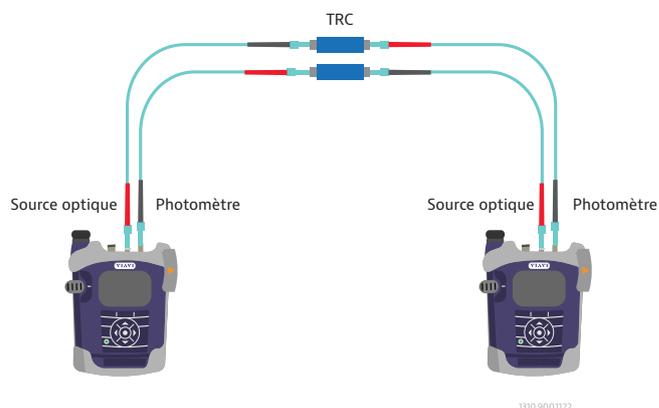


Figure 7. Vérification du TRC

Une fois la référence établie et vérifiée, vous êtes presque prêt à commencer le test. La dernière étape consiste à définir la limite réussite/échec. Les limites peuvent être basées sur les normes, TIA et ISO/CEI par exemple. Elles peuvent également être basées sur l'application, comme 10GBASE-SX. Elles peuvent aussi être une simple limite en dB. La limite à utiliser dépend de nombreux facteurs, dont la phase actuelle du cycle de vie du réseau. Par exemple, pendant la phase de construction, vous ne savez peut-être pas quelle application sera exécutée sur le système. Des limites TIA génériques sont donc souvent utilisées. L'utilisation de la limite correcte est essentielle pour garantir une analyse réussite/échec appropriée. Suivez les étapes détaillées dans cet article pour vous assurer que la mesure de la perte optique réelle est précise et reproductible.



Contactez-nous

**+1 844 GO VIAMI**  
(+1 844 468 4284)  
+33 1 30 81 50 50

Pour contacter le bureau VIAMI le plus proche,  
rendez-vous sur [viavisolutions.fr/contact](https://www.viavisolutions.fr/contact)

© 2022 VIAMI Solutions Inc.  
Les spécifications et descriptions du produit  
figurant dans ce document sont sujettes à  
modifications sans préavis.  
optimizingfibercert-wp-fop-nse-fr  
30179902 001 1122