



**Directives d'Installation et Test**  
pour câblage générique



090.6323

**Un seul LAN pour tous les besoins** – Notre objectif : une solution unique et structurée qui facilite la maintenance de votre infrastructure de câblage, que votre site soit un bureau, un immeuble, un appartement, une installation plus importante comme un hôtel, une installation de loisirs, un établissement social/de soins de santé, une usine - ou même un navire.

Votre partenaire ? R&M, bien sûr. Nos solutions de réseau local (LAN) offrent aux planificateurs, aux installateurs et aux utilisateurs une assistance de bout en bout pour tous leurs besoins en matière de réseaux de données et d'infrastructures de communication, qu'il s'agisse d'une conception à l'épreuve du temps, d'une mise en œuvre sans problème ou d'un fonctionnement à haute disponibilité.

Notre système de câblage modulaire R&M vous permet de configurer une solution complète et de qualité, quelle que soit la taille de votre projet ou de votre application spécifique, et franchit également une étape supplémentaire en matière de convivialité et de facilité d'installation. Tous nos produits sont neutres en termes d'applications et ont la capacité de gérer les méthodes de transmission actuelles et futures. R&M *freenet* a été conçu pour être la meilleure solution de sa catégorie et dépasse ainsi toutes les normes pertinentes.

Grâce au programme mondial de partenariat QPP de R&M, les partenaires certifiés reçoivent un soutien prioritaire quel que soit l'endroit où ils se trouvent, et R&M, avec ses partenaires, a la liberté d'accorder à leurs clients finaux des garanties à long terme sur les systèmes et les applications.



## Data Center

La technologie de connexion optique parallèle à haute densité se traduit par des performances exceptionnelles.



## Réseaux publics

Solutions de fibre de verre commercialisables pour la mise en œuvre d'infrastructures à large bande qui se développeront avec l'avenir.



## Composants

Les unités pré-assemblées permettent de gagner du temps, tandis que le système de sécurité unique de R&M optimise la disponibilité.

## **Notre mission – We provide connectivity that matters**

En tant qu'entreprise familiale suisse indépendante, Reichle & De-Massari AG (R&M), à Wetzikon (Zurich), a plus de 50 ans d'expérience sur le marché des technologies de l'information et des communications. Fondée en 1964, R&M est aujourd'hui l'un des principaux fournisseurs de solutions de câblage passif pour des réseaux de communication de haute qualité (couche 1). Avec ses systèmes de cuivre et de fibre optique, l'entreprise apporte une contribution décisive à la fiabilité opérationnelle de la transmission vocale, de données et vidéo dans le monde entier. En tant que fournisseur de systèmes, R&M s'est fixé pour objectif de développer des fonctionnalités optimales et surtout de répondre aux critères de qualité les plus élevés. R&M offre également une facilité d'installation et de maintenance maximale.

Nos solutions convainquent par une disponibilité maximale et un fonctionnement réseau rentable. La haute qualité des produits et la conception de système tournée vers l'avenir de R&M garantissent que les réseaux sont pérennes et que les investissements sont sécurisés à long terme. Les solutions de câblage R&M sont utilisées dans les immeubles de bureaux, les centres de données, par les opérateurs de réseau, dans les foyers et dans l'industrie.

R&M aide les personnes et les organisations à communiquer sans restrictions. La volonté et la passion de la société sont de créer une infrastructure de câblage passif pour les clients finaux qui garantit une fiabilité et une sécurité de transmission maximales.

R&M (Reichle & De-Massari AG) est l'un des principaux producteurs mondiaux de produits et de systèmes évolutifs pour les réseaux de communication et de données. La collaboration étroite de l'entreprise avec des partenaires certifiés se traduit par un travail de pionnier dans les secteurs LAN, Réseaux publics et télécoms ainsi que Data Centers. L'entreprise familiale suisse est synonyme d'innovation, de qualité et d'orientation client. Grâce à la force d'innovation de l'entreprise, R&M couvre désormais toute la gamme de connectivité. Pour plus d'informations: [www.rdm.com](http://www.rdm.com)

## **Innovation**

La force d'innovation de l'entreprise se reflète dans le ratio R&D. R&M investit plus de 5% de ses ventes annuelles dans la recherche et le développement. 23% des ventes sont générées avec des produits de moins de trois ans. L'entreprise détient plus de 100 brevets internationaux et participe à divers comités internationaux de normalisation. Le travail de développement se concentre sur les besoins spécifiques du marché et des clients.



050.2205

## C'est dans la production

L'expérience et la compétence particulières résident dans la production de technologies de connexion et de distribution (connectivité) pour les réseaux de cuivre et de fibre optique. R&M propose des solutions basées sur ces technologies dans ses deux business units Réseaux privés et Réseaux publics. Les réseaux privés offrent des solutions de câblage structuré pour les bureaux, les centres de données, les bâtiments industriels et les appartements. L'accent est mis ici sur les vitesses de transmission les plus élevées et la disponibilité maximale du réseau dans les domaines d'application les plus divers. Le système modulaire prend en charge les protocoles réseau haut débit jusqu'à 10 Gigabit Ethernet et plus. Les solutions destinées aux bâtiments industriels répondent également aux exigences les plus élevées. Le Cat. 6A en tant que modèle haut de gamme de la famille FM45 convainc par un boîtier compact et des valeurs intérieures exceptionnelles. Pour la première fois, un connecteur RJ45 assemblé sur site dépasse les exigences de la norme ISO / IEC 11801-1 pour la catégorie 6A. Le FM45 Cat. 6A convient au fonctionnement sûr de l'Ethernet 10 Gigabit et également à l'application du Power over Ethernet Plus (PoE +). Bien sûr, il est rétrocompatible avec les connexions Cat. 6 et Cat. 5e

Les solutions Netscale de R&M sont les solutions de gestion de fibre optique avec la densité de ports la plus élevée au monde. Ce sont les premières solutions à proposer une gestion intégrée et intelligente des infrastructures. Conçu comme une plate-forme ultra haute densité, le système utilise les cordons de brassage Uniboot les plus minces pour un encombrement minimal et offre une densité jusqu'à 67% plus élevée que les solutions précédentes. Il élimine une multitude de problèmes de gestion des câbles dont souffrent les datacenters actuels. Avec le cordon de raccordement Netscale, ces problèmes appartiennent au passé. Il dispose d'un mécanisme push-pull innovant avec capuchon texturé pour un accès et un retrait faciles du connecteur. Une inversion de polarité sans outils est également possible.

### 1,4 mm l'emporte

Le diamètre de câble fibre de 1,4 mm, le plus fin du secteur, présente un intérêt particulier. Comparé aux cordons de brassage conventionnels d'un diamètre de 2mm ou plus, il offre une commodité inégalée dans les configurations de rack et de panneau haute densité. Bien entendu, les câbles peuvent être équipés du tag RFID R&M *MintelliPhy*.

**« L'équipe de R&M connaît les défis auxquels le client est confronté et possède une vaste expérience en matière de conception de produits novateurs sur mesure. »**

M. NR Patil, Assistant Vice President – Projects chez Sterlite Power





&M

# Table des matières

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Directives d'Installation et Test</b>   | <b>3</b>  |
| <b>Introduction</b>  | <b>6</b>  |
| <b>Table des matières</b>  | <b>8</b>  |
| <b>1. Pourquoi R&amp;Mfreenet</b>  | <b>12</b> |
| <b>1.1 Garantie</b>  | <b>16</b> |
| 1.1.1 Certification des produits   | 16        |
| 1.1.2 Programme QPP  | 17        |
| <b>2. Assurance qualité du projet</b>  | <b>18</b> |
| <b>3. Pré-installation</b>   | <b>22</b> |
| <b>3.1 Généralités</b>   | <b>24</b> |
| 3.1.1 Normes de câblage génériques   | 24        |
| 3.1.2 MICE   | 27        |
| 3.1.3 RPC Classes de protection contre l'incendie (Europe uniquement)            | 28        |
| 3.1.4 CONCEPTS CEM   | 32        |
| 3.1.5 Programme d'infrastructure   | 36        |
| <b>3.2 Cuivre</b>  | <b>37</b> |
| 3.2.1 Normes relatives au cuivre   | 37        |
| 3.2.2 Propriétés des câbles  | 40        |
| 3.2.3 Restrictions sur le Channel pour des liaisons de câblage équilibrées       | 40        |
| 3.2.4 Au-delà des restrictions de longueur de la norme                           | 48        |
| 3.2.5 Module coupleur Cat. 6A, coupleur câbles Cat.6A et kit connexion RJ45      | 54        |
| 3.2.6 Distances entre les données en cuivre et les câbles d'alimentation         | 58        |
| 3.2.7 Alimentation à distance - PoE, PoE + et 4PPoE                              | 64        |
| 3.2.8 Importance des critères de test tcl pour les cordons de brassage           | 65        |
| 3.2.9 Blindé vs non-blindé   | 66        |
| 3.2.10 Test d'installation de Class E <sub>A</sub> selon ISO/ IEC TR11801-990571 | 71        |
| 3.2.9 Catégorie 87   | 73        |
| <b>3.3 Fibre</b>   | <b>77</b> |
| 3.3.1 Normes relatives aux fibres  | 77        |
| 3.3.2 Restrictions de channel pour les installations de câbles à fibres optiques | 91        |
| 3.3.3 Création d'un réseau LAN optique passif (POLAN)                            | 93        |
| 3.3.4 Planification de la polarité de votre réseau fibre                         | 98        |

|   |            |
|---|------------|
| <b>4. Installation</b>  | <b>108</b> |
| <b>4.1 Généralités</b>  | <b>110</b> |
| 4.1.1 Sécurité  | 110        |
| 4.1.2 Étiquetage et administration  | 110        |
| 4.1.3 Stockage et transport du câble d'installation                                   | 111        |
| 4.1.4 Conditions environnementales  | 112        |
| <b>4.2 Cuivre</b>   | <b>114</b> |
| 4.2.1 Caractéristiques des câbles   | 114        |
| 4.2.2 Préparation du câble  | 118        |
| 4.2.3 Raccordement des modules  | 119        |
| 4.2.4 Cordons de brassage   | 120        |
| 4.2.5 Problèmes caractéristiques des systèmes de câblage génériques                   | 120        |
| <b>4.3 Fibre</b>  | <b>122</b> |
| 4.3.1 Sécurité  | 122        |
| 4.3.2 Installation du câble   | 127        |
| 4.3.3 Préparation des câbles  | 129        |
| 4.3.4 Raccordement du câble à fibres optiques   | 130        |
| 4.3.5 Jarretières de brassage   | 132        |
| <b>4.4 Liste de contrôle d'installation</b>   | <b>133</b> |
| <b>5. Post-installation</b>   | <b>134</b> |
| <b>5.1 Généralités</b>  | <b>136</b> |
| 5.1.1 Précision des mesures   | 138        |
| <b>5.2 Cuivre</b>   | <b>138</b> |
| 5.2.1 Équipement de certification approuvé pour la classe D/E/E <sub>A</sub> /Class I | 138        |
| 5.2.2 Adaptateur de test approprié pour la classe D/E/EA/Class I                      | 139        |
| 5.2.3 Configurations de test des liens  | 141        |
| 5.2.4 Analyse des mesures   | 143        |

|  |            |
|--|------------|
| <b>5.3 Fibre</b>   | <b>145</b> |
| 5.3.1 Équipement de certification approuvé pour la fibre optique | 145        |
| 5.3.2 Configurations de test des liens                           | 147        |
| 5.3.3 Inspection et nettoyage                                    | 150        |
| 5.3.4 Conditions de test FO                                      | 153        |
| 5.3.5 Tests photométrie (LSPM)                                   | 156        |
| 5.3.6 Test réflectométrie (OTDR)                                 | 162        |
| 5.3.7 Documentation des mesures de la fibre optique              | 172        |
| <b>6. Glossaire</b>  | <b>174</b> |
| <b>7. Abréviations</b>   | <b>182</b> |
| <b>8. Légende</b>  | <b>186</b> |
| <b>9. Liste des tableaux</b>                                     | <b>190</b> |
| <b>10. Liste des figures</b>                                     | <b>194</b> |
| <b>11. Notes</b>   | <b>194</b> |



### À propos des directives d'installation et de test

Ces directives font partie intégrante du programme de garantie R&M*freenet*. Elles sont conçues pour tenir compte de la complexité accrue des tests de réception et simplifier les mesures sur le terrain dans les systèmes R&M*freenet*.

Ils sont également destinés à aider les installateurs, les chefs de projet et les planificateurs à mettre en place des réseaux passifs conformes aux normes, hautement fiables et extrêmement puissants. Ce document a été préparé avec le plus grand soin possible. Il contient l'état technique actuel au moment de la mise sous presse.

Les modifications ou corrections apportées à ce document seront prises en compte dans la nouvelle édition. Sous réserve de modifications techniques et d'erreurs à tout moment. Des modifications importantes ont été répertoriées par rapport à l'édition précédente et nous recommandons au lecteur de lire tous les chapitres modifiés afin de choisir la procédure correcte pour une installation sous garantie.

Vérifiez régulièrement sur [www.rdm.com](http://www.rdm.com) pour vous assurer que vous disposez de la dernière version.

# 1. Pourquoi R&Mfreenet





# 1. Pourquoi R&Mfreenet

Des réseaux de communication puissants et fiables sont des facteurs de réussite essentiels pour nos clients.

## Sans fin et absolument logique

Pour les planificateurs et les installateurs, le système de câblage R&Mfreenet ouvre un univers de possibilités infinies et une structure logique convaincante. Avec les systèmes pour le cuivre et la fibre optique, nous pouvons couvrir chaque demande de câblage de nos clients - que ce soit pour les bureaux, les bâtiments, les installations industrielles, les emplacements des entreprises, les environnements médicaux ou les centres de données haute performance. Sur la base de la capacité de performance requise de l'infrastructure informatique et de télécommunications, des conditions environnementales et du niveau de sécurité requis, la solution idéale est configurée à partir de ces systèmes. Le principe modulaire et la conception conforme aux normes et neutre sur le plan de l'application garan-

tissent que chaque installation peut être utilisée de manière flexible et étendue à l'avenir. Les gammes de produits sont systématiquement compatibles entre elles et sont basées sur les dernières séries de normes internationales pertinentes ISO/IEC 11801, EN 50173 et EIA/TIA 568.

Des réseaux de communication puissants et fiables sont des facteurs de succès essentiels pour nos clients. Ils attendent des investissements dans les infrastructures qu'ils aient une influence positive sur leurs résultats - par une productivité accrue, une réduction des coûts d'immobilisation ou des coûts de maintenance ; c'est pourquoi nous faisons tout notre possible pour que nos clients réussissent.



## Qualité

Il faut une gestion de la qualité cohérente pour garantir l'amélioration constante des produits, des services et des processus. C'est ainsi que les partenaires R&M du monde entier peuvent bénéficier de la norme de qualité suisse élevée et constante. Notre philosophie de qualité se reflète dans des certifications reconnues telles que EN ISO 9001:2008.



## Innovation

La recherche et le développement sont d'une grande importance pour R&M. Depuis plus de 50 ans, nous développons l'excellence technologique dans la technologie haute fréquence et la fibre optique. Nous participons activement à l'élaboration de nombreuses normes internationales et reconnaissons les tendances dès leur apparition. La proximité avec nos partenaires nous permet de développer des produits innovants et adaptés aux besoins. Cela signifie que nos clients bénéficient de solutions pérennes et parfaitement adaptées pour faire face aux défis futurs et pour protéger leurs investissements.



### **Continuité et orientation client**

En tant qu'entreprise familiale indépendante, R&M poursuit une stratégie d'entreprise basée sur la durabilité et impliquant toutes les parties prenantes. L'entreprise est détenue à 100% par la famille Reichle. Depuis sa fondation en 1964, R&M s'est concentré sur les solutions de câblage passif - la base fiable de tous les réseaux de communication. Martin et Peter Reichle représentent la famille propriétaire de la deuxième génération en tant que membres actifs du conseil d'administration dans tous les comités concernés. Nos décisions ne sont pas soumises à des considérations de profit à court terme, mais se concentrent plutôt sur le développement à long terme de l'entreprise. De cette façon, nos clients savent toujours où ils en sont. Des voies de décision courtes et une méthode de travail collégiale et axée sur l'équipe encouragent la responsabilité personnelle et l'initiative. Les employés se caractérisent par un sens des responsabilités et une orientation client.



### **Environnement**

Nous nous efforçons de minimiser l'impact des activités de notre entreprise sur l'environnement par une gestion prudente des ressources. Nous fixons des objectifs concrets pour assurer une approche durable. L'engagement environnemental de R&M est conforme aux lois et aux normes en vigueur. L'entreprise est certifiée selon la norme ISO 14001:2004.



### **Fiabilité**

Nos produits et services visent à assurer un niveau élevé de stabilité et de disponibilité du réseau. Nous y parvenons grâce à une qualité de produit inégalée. Cela garantit la longévité et des performances élevées. Nous fournissons également une assistance sur site aux planificateurs, aux installateurs et aux clients finaux pendant la phase de conception de la solution, ainsi que des conseils dans le choix des systèmes ; sur demande, nous suivons également les projets jusqu'à la mise en service.



### **Flexibilité**

Les tâches spéciales appellent des solutions spéciales. Dans ce cas, nous faisons équipe avec nos clients pour développer des produits personnalisés ou des ensembles de services spéciaux. Grâce à notre organisation internationale, nous sommes suffisamment grands pour pouvoir offrir ce niveau de flexibilité sur site, où que vous soyez. Mais nous sommes aussi suffisamment petits et dynamiques pour répondre rapidement aux souhaits de nos clients.

# 1. Pourquoi R&Mfreenet

## 1.1 Garantie

R&M offre l'un des programmes de garantie les plus complets en matière de câblage structuré conformément aux normes EN 50173, ISO/IEC 11801 et TIA 568. Nous faisons plus que développer et fabriquer des produits et des systèmes de la plus haute qualité. Notre objectif est de fournir au client une solution qui offre un niveau élevé de performances durables. Le programme de garantie comprend tous les éléments clés nécessaires à cette solution : planification, sélection des produits, installation, mesures de réception et maintenance opérationnelle. De cette manière, nous obtenons une solution homogène avec un niveau de qualité défini.

Avec son programme de garantie à trois niveaux, R&M garantit à ses clients le fonctionnement sans faille du système de câblage R&M. La garantie est assurée par des partenaires certifiés qui ont suivi le programme de partenaires qualifiés (QPP).

### Garantie de 5 ans sur les produits R&Mfreenet

Cela garantit que les composants passifs R&Mfreenet fonctionnent sans faille pendant toute la période de garantie et dépassent les exigences stipulées par chaque norme de câblage pertinente. Cette couverture de garantie est disponible pour tout client qui acquiert des composants passifs R&Mfreenet.

### Garantie de 25 ans sur le système R&Mfreenet

Couvre l'ensemble du système de câblage R&Mfreenet et protège le client en cas de dysfonctionnement d'un composant et de problèmes d'installation. La garantie s'applique si l'installation se compose exclusivement de composants passifs R&Mfreenet et si l'installation complète a été réalisée par un responsable d'installation certifié R&Mfreenet (ou une instance supérieure formée par QPP).

### Garantie à vie de l'application R&Mfreenet

Cette garantie est soumise à la condition que l'installation avec des composants passifs du système de câblage R&Mfreenet ait été planifiée par un concepteur certifié. Elle comprend l'engagement que tous les protocoles pris en charge par les normes industrielles fonctionnent sur le système pendant toute sa durée de vie, ainsi que toute nouvelle application incluse rétroactivement dans la catégorie ou la classe du système.

R&M dispose de nombreux produits et systèmes éprouvés et certifiés par de nombreux laboratoires de test indépendants. Nos certificats de tierce partie peuvent être consultés en ligne à l'adresse suivante [www.rdm.com](http://www.rdm.com)

### 1.1.1 Certification des produits

Le câblage informatique structuré est l'épine dorsale de toute infrastructure de réseau. Les dysfonctionnements et les défaillances ont rapidement des conséquences financières considérables. Une haute disponibilité du réseau est donc d'une importance fondamentale.

Dans le cadre de "KonTraG", "Bâle II" ou "Solvabilité II", la responsabilité des opérateurs de réseau est également de plus en plus exigée par la loi. De plus en plus de clients s'en remettent à des évaluations indépendantes des produits par des laboratoires hautement qualifiés et indépendants.

## 1.1.2 Programme QPP

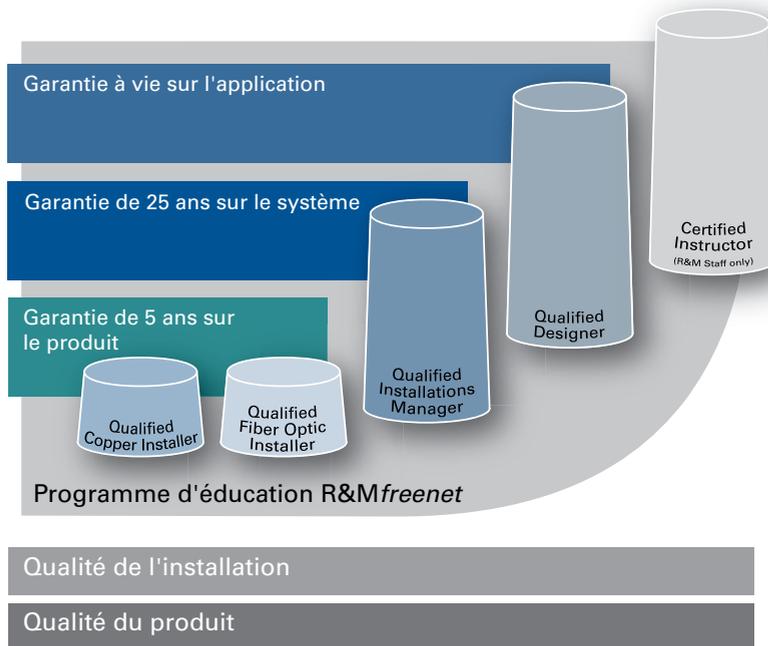
Compétent avec le QPP. Le programme de partenaires qualifiés pour les installateurs, les planificateurs et les utilisateurs de composants R&M*freenet*.

R&M soutient et encourage les professionnels de la technologie des réseaux et du câblage structuré grâce à son programme de partenaires qualifiés. Vous augmenterez ainsi votre expertise et la qualité de vos projets. Et vous gagnerez des clients satisfaits. En tant que partenaire QPP, vous ferez partie de la famille R&M. Le réseau mondial de partenaires R&M certifiés qui:

- donne aux clients un conseil compétent et professionnel sur site
- fournit toujours la solution de câblage idéale conformément aux normes ISO/IEC 11801, EN 50173 ou TIA 568
- dispose d'un programme de garantie unique et convaincant, couvrant 5 ans sur le produit, 25 ans sur le système et une garantie à vie sur l'application
- fournit une carte d'identité accompagnée d'un certificat et d'une autorisation d'installation sans restriction R&M*freenet*

Avec le QPP, R&M assure à ses clients multinationaux le même niveau de qualité élevé dans le monde entier.

### Programme de Partenaires Qualifiés R&M



Cours de l'Académie

## 2. Assurance qualité du projet





## 2. Assurance qualité du projet

| Procédure                 | Objectif  | Partie responsable                          |
|---------------------------|---|---|
| Planification             | <ul style="list-style-type: none"> <li>Le système de câblage générique doit être conçu avec soin pour être conforme aux normes en vigueur</li> <li>Utilisez de nouveaux composants approuvés / sélectionnés / adaptés</li> <li>L'infrastructure du bâtiment doit être conçue de manière à ce que le système de câblage générique puisse être installé conformément aux normes en vigueur</li> <li>Le planificateur doit s'assurer que cela se produit en préparant une spécification de câblage qui est acceptée par l'architecte / l'utilisateur final / l'installateur.</li> <li>Assurez-vous que tous les outils nécessaires sont disponibles</li> <li>Assurez-vous que les procédures de test et l'équipement appropriés sont définis</li> <li>Assurez-vous que toutes les précautions de sécurité sont définies et que le personnel concerné est informé</li> </ul>  | Planificateur<br>Architecte<br>Client final |
| Fabrication de composants | <ul style="list-style-type: none"> <li>Les matériaux utilisés doivent être conformes aux normes définies par le planificateur</li> <li>Les composants utilisés doivent respecter les réglementations internationales et locales</li> </ul>  | Fabricant de composants                     |
| Installation              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Les composants doivent être achetés, stockés, livrés et installés conformément aux instructions d'utilisation</li> <li>Les composants doivent subir une inspection dès réception</li> <li>Les câbles d'installation doivent être de la même catégorie ou plus que le matériel de connexion</li> <li>Installez conformément à la norme</li> <li>Assurez-vous que le chemin de câbles est correctement protégé pour éviter tout dommage causé par des tiers</li> <li>Inspectez l'infrastructure du bâtiment avant l'installation. Par exemple. chemins de câbles suffisamment grands, séparation des câbles de données et d'alimentation, colonnes montantes suffisamment grandes, etc..</li> <li>Vérifiez les étiquettes</li> <li>Inspectez fréquemment l'installation de câblage pour vérifier qu'elle fonctionne correctement (rayons de courbure maintenus, aucun pli dans les câbles, mesures périodiques, etc.)</li> <li>Localisez / supprimez ou fournir des solutions aux obstacles critiques pour tirer les câbles d'installation</li> <li>Mettez en place du personnel adéquat (compétences et nombre) pour la taille du projet</li> <li>Mettez en place tous les outils adéquats</li> </ul> | Installateur                                |

Assurance qualité du projet, partie 1

| Procédure  | Objectif  | Partie responsable               |
|------------|---|----------------------------------|
| Validation | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tests périodiques pendant l'installation et avant l'achèvement du projet selon le calendrier convenu (avec l'utilisateur final)</li> <li>• Testez conformément aux instructions du fournisseur du système, du fabricant de l'équipement de test et de la procédure de planification</li> <li>• Assurez-vous que l'équipement de test est adéquat et en bon état de fonctionnement</li> <li>• S'assurer que l'équipement de test pour les systèmes fibre et cuivre est étalonné conformément aux spécifications du fabricant (généralement une fois par an)</li> <li>• Assurez-vous également que les têtes de test pour l'équipement modulaire sont calibrées conformément aux spécifications du fabricant (généralement une fois par an)</li> </ul> | Installateur, entreprise de test |
| Operation  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Assurez une utilisation efficace de la capacité du système</li> <li>• Utilisez le câblage conformément aux spécifications</li> <li>• Assurez-vous que le plan de maintenance couvre les procédures de réparation</li> </ul>  | Opérateur de bâtiment            |

Assurance qualité du projet, partie 2

### 3. Pré-installation





# 3. Pré-installation

## 3.1 Généralités

### 3.1.1 Normes de câblage génériques

Vous trouverez ci-dessous la liste des normes en vigueur dans le domaine du câblage et leur statut. En cas d'incertitudes ou de contradictions, R&M utilise la norme ISO/IEC 11801 comme norme de référence. L'édition valide actuelle se trouve dans l'"Annexe 1 du programme de garantie" à l'adresse suivante [www.rdm.com](http://www.rdm.com).

| Norme ISO                    | Description   | Notes    |
|------------------------------|---|----------|
| ISO/IEC 11801-1: 2017        | Technologies de l'information – Câblage générique pour les locaux clients<br>Partie 1: Exigences générales                                | Ratifiée |
| ISO/IEC 11801-2: 2017        | Technologies de l'information – Câblage générique pour les locaux clients<br>Partie 2: Bureaux  | Ratifiée |
| ISO/IEC 11801-3: 2017        | Technologies de l'information – Câblage générique pour les locaux clients<br>Partie 3: Locaux industriels                                 | Ratifiée |
| ISO/IEC 11801-4: 2017        | Technologies de l'information – Câblage générique pour les locaux clients<br>Partie 4: Maisons individuelles                              | Ratifiée |
| ISO/IEC 11801-5: 2017        | Technologies de l'information – Câblage générique pour les locaux clients<br>Partie 5: Centres de données                                 | Ratifiée |
| ISO/IEC 11801-6: 2017        | Technologies de l'information – Câblage générique pour les locaux clients<br>Partie 2: Services du bâtiment distribués                    | Ratifiée |
| ISO/IEC 14763-2 Ed 2.0 2019  | Technologies de l'information – Mise en œuvre et exploitation du câblage des locaux clients<br>Partie 2: Planification et installation    | Ratifiée |
| ISO/IEC 14763-3:2014/A1:2018 | Technologies de l'information – Mise en œuvre et exploitation du câblage des locaux clients<br>Partie 3: Test de câblage en fibre optique | Ratifiée |
| ISO/IEC 30129: 2015/A1:2019  | Technologies de l'information – Réseaux de liaison de télécommunications pour les bâtiments et autres structures                          | Ratifiée |

Norme ISO

| Norme TIA                    | Description   | Notes    |
|------------------------------|---|----------|
| TIA-607-D: 2019              | Liaison de télécommunications générique et mise à la terre pour les locaux client   | Ratifiée |
| TIA-568.0-D:<br>2015/A1:2017 | Câblage de télécommunications générique pour les locaux clients                     | Ratifiée |
| TIA-568.1-E:2020             | Norme d'infrastructure de télécommunications pour les bâtiments commerciaux         | Ratifiée |
| TIA-568.2-D:<br>2018/A1:2019 | Norme de câblage et de composants de télécommunications à paire torsadée équilibrée | Ratifiée |
| TIA-568.3-D:<br>2016/A1:2019 | Norme de composants de câblage de fibre optique                                     | Ratifiée |
| TIA-942-B: 2017              | Norme d'infrastructure de télécommunications pour les centres de données            | Ratifiée |

Norme TIA

# 3. Pre-installation

| Norme EN                 | Description   | Notes                |
|--------------------------|---|----------------------|
| EN 50173-1: 2018         | Technologies de l'information – Systèmes de câblage génériques<br>Partie 1: Exigences générales   | Ratifiée             |
| EN 50173-2: 2018         | Technologies de l'information – Systèmes de câblage génériques<br>Partie 2: Bureaux   | Ratifiée             |
| EN 50173-3: 2018         | Technologies de l'information – Systèmes de câblage génériques<br>Partie 3: Locaux industriels  | Ratifiée             |
| EN 50173-4: 2018         | Technologies de l'information – Systèmes de câblage génériques<br>Partie 4: Maisons   | Ratifiée             |
| EN 50173-5: 2018         | Technologies de l'information – Systèmes de câblage génériques<br>Partie 5: Centres de données  | Ratifiée             |
| EN 50173-6: 2018         | Technologies de l'information – Systèmes de câblage génériques<br>Partie 6: Services de bâtiment distribués   | Ratifiée             |
| EN 50174-1: 2018         | Technologies de l'information – Systèmes de câblage génériques<br>Partie 1: Spécifications d'installation et assurance qualité                        | Ratifiée             |
| EN 50600-1: 2019         | Technologies de l'information – Installations et infrastructures du centre de données<br>Partie 1: Concepts généraux                                  | Ratifiée             |
| EN 50600-2-1: 2020       | Technologies de l'information – Installations et infrastructures du centre de données<br>Partie 2-1: Construction de bâtiments                        | Approval pending     |
| EN 50600-2-2: 2019       | Technologies de l'information – Installations et infrastructures du centre de données<br>Partie 2-2: Distribution d'énergie                           | Ratifiée             |
| EN 50600-2-3: 2019       | Technologies de l'information – Installations et infrastructures du centre de données<br>Partie 2-3: Contrôle environnemental                         | Ratifiée             |
| EN 50600-2-4: 2015       | Technologies de l'information – Installations et infrastructures du centre de données<br>Partie 2-4: Infrastructure de câblage des télécommunications | New version underway |
| EN 50600-2-5: 2016       | Technologies de l'information – Installations et infrastructures du centre de données<br>Partie 2-5: Systèmes de sécurité                             | Ratifiée             |
| EN 50600-3-1: 2016       | Technologies de l'information – Installations et infrastructures du centre de données<br>Partie 2-6: Informations de gestion et d'exploitation        | Ratifiée             |
| EN 50174-2: 2018         | Technologies de l'information – Installations et infrastructures du centre de données<br>Partie 2-6: Informations de gestion et d'exploitation        | Ratifiée             |
| EN 50174-3: 2013/A1:2018 | Technologies de l'information – Installation de câblage<br>Partie 3: Planification et pratiques d'installation à l'extérieur des bâtiments            | Ratifiée             |
| EN 50310: 2016           | Réseaux de liaison de télécommunications pour bâtiments et autres structures  | Ratifiée             |

Norme EN

### 3.1.2 MICE

Pour permettre une planification et un câblage normalisés et économiques dans des environnements variés, les comités de normalisation ISO/IEC ont développé le concept MICE. La matrice MICE est l'élément principal de ce concept qui fournit aux planificateurs une méthode facilement gérable pour la description des conditions environnementales de câblage.

La matrice, basée sur les informations les plus récentes, fait partie de la norme pour le câblage structuré ISO/IEC 11801-1. En même temps, elle est intégrée dans la série de normes européennes actualisées EN 50173, qui couvre le secteur industriel dans la norme EN 50173-3.

Le concept de matrice permet de diviser les situations environnementales en trois classes de charge, ce qui permet de les traiter à l'aide de quatre paramètres. La classe 1 correspond à la charge dans l'environnement des bureaux et locaux de distribution ; la classe 2 est typique de l'industrie légère et la classe 3 correspond à l'industrie lourde, à l'environnement des machines et aux conditions extérieures. Le nom mémorable MICE provient des différents paramètres :

M = Evaluation mécanique  
(charge mécanique, choc, vibration, pression, impact)

I = Evaluation d'entrée  
(pénétration de particules étrangères, poussière, humidité, immersion)

C = Classement climatique  
(charge climatique, rayonnement, liquides, gaz, contamination)

E = Puissance électromagnétique  
(charges électrostatiques, électromagnétiques et similaires)

Des critères et des normes de plusieurs domaines techniques pertinents ainsi qu'un éventail de valeurs physiques et chimiques sont attribués aux paramètres principaux. Globalement, MICE prend en compte plus de cent facteurs individuels ou paramètres secondaires.

#### MICE – Aucun outil universel

Ainsi, le concept MICE représente une vue très large. Auparavant, seules les deux catégories d'environnements légers et lourds étaient différenciées dans la discussion sur l'Ethernet industriel. Ici aussi, l'hypothèse reposait sur quatre paramètres : Indices de protection selon la IEC ou la norme EN 60529, température de fonctionnement, chocs et vibrations (IEC ou EN 60068-2-x).

Cependant, le concept MICE n'est pas exhaustif. Il ne couvre que les environnements typiques du bâtiment et de l'industrie. Les problèmes de sécurité particuliers (par exemple, la protection contre les manipulations et les attaques, la sécurité des personnes et des animaux), les risques d'incendie et d'explosion ne sont pas couverts par les classes MICE. Les risques et dangers électriques, nucléaires et chimiques survenant dans la production industrielle ne peuvent pas être couverts dans leur totalité. MICE n'est pas non plus un outil universel de planification selon la norme ISO/IEC 11801-3 ou IEC 61918. Dans tous les cas, les lois et normes nationales ainsi que les réglementations de sécurité spécifiques au secteur doivent être prises en considération, en particulier dans les environnements où le courant secteur est utilisé.

|                   | Classes        |                |                |
|-------------------|----------------|----------------|----------------|
| Mécanique         | M <sub>1</sub> | M <sub>2</sub> | M <sub>3</sub> |
| Indice d'entrée   | I <sub>1</sub> | I <sub>2</sub> | I <sub>3</sub> |
| Climatique        | C <sub>1</sub> | C <sub>2</sub> | C <sub>3</sub> |
| Électromagnétique | E <sub>1</sub> | E <sub>2</sub> | E <sub>3</sub> |

Classification MICE

## 3. Pré-installation

La garantie R&M s'applique aux installations de toutes les classifications MICE, pour autant que le câble installé soit adapté aux conditions MICE qu'il traverse et que la connectivité soit située dans un environnement M2I1C1E2 ou un environnement pour les installations blindées et un environnement M2I1C1E1 pour les installations non blindées.

### 3.1.3 RPC Classes de protection contre l'incendie (Europe uniquement)

#### Qu'est-ce que le RPC (règlement sur les produits de construction)?

Toute personne souhaitant commercialiser un câble en cuivre ou en fibre optique en Europe doit tester, classer et étiqueter le produit conformément aux règles européennes uniformes en matière de RPC. Le marquage CE conformément à l'ordonnance sur les produits de construction est obligatoire pour tous les câbles et lignes qui sont connectés en permanence au bâtiment. Le RPC définit les classes de feu des câbles en cuivre et FO en se référant à la norme homologuée EN50575 et doit avoir mis en œuvre le marquage CE spécial et adapté à toutes les normes nationales au plus tard le 1er juillet 2017. Il ne peut plus être dérogé à ces normes.

#### Exigences de RPC pour les fabricants

Un fabricant qui produit des câbles et des fils selon la nouvelle norme est obligé de faire appel à un organisme autorisé pour les essais et le contrôle de la production. Les propriétés pertinentes pour le RPC doivent être indiquées dans une déclaration de performance (DoP). Tous les produits couverts par le RPC portent une marque CE obligatoire avec la classe de feu RPC sur l'emballage.

#### Comportement au feu selon le RPC

Le comportement au feu des câbles est classé comme suit:

**Principaux critères:** Propagation de la flamme et émission de chaleur (EN 60332-1, EN50399)

**Critères supplém.** :Développement de la fumée (EN 50399, EN 61034-2), corrosivité (EN 50267-2-3) et gouttelettes enflammées (EN 50399)

La norme EN 13501-6 définit dans quelle combinaison les critères d'essai ci-dessus peuvent être appliqués. La norme harmonisée EN 50575 définit enfin comment le RPC est mis en œuvre dans le câblage et spécifie les nouvelles classes de protection contre l'incendie

Il y a sept nouvelles Euroclasses: Aca, B1ca, B2ca, Cca, Dca, Eca and Fca.

Quatre d'entre elles sont pertinentes pour le câblage de données: B2ca, Cca, Dca, Eca.



030.5909

| Classification Euro (ca) | Critère de classification                  | Critères supplémentaires   | Évaluer et examiner la cohérence du système de performance   |
|--------------------------|--|--|--|
| <b>A</b>                 | EN ISO 1716<br>Chaleur brute de combustion |  | 1+<br>Documents de vérification :  |
| <b>B1</b>                | EN 50399<br>Dégagement de chaleur          | Production de fumée<br>(s1a, s1b, s2, s3)<br>EN 50399 / EN 61034-2 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Test de type</li> <li>• Audit régulier des travaux</li> <li>• Échantillonnage régulier de la production en cours</li> </ul> |
| <b>B2</b>                |  |  |  |
| <b>C</b>                 |  |  |  |
| <b>D</b>                 | EN 60332-1-2<br>Propagation de la flamme   | Acidité<br>(a1, a2, a3)<br>EN 50267-2-3                            | 3<br>Documents de vérification:  |
| <b>E</b>                 | EN 60332-1-2<br>Propagation de la flamme   | Gouttelettes enflammées<br>(d0, d1, d2)<br>EN 50399                |  |
| <b>F</b>                 |  |  | 4<br>Aucun document de vérification  |

Classes et critères RPC



### Recommandations pour l'utilisation future des classes de protection incendie de l'UE

Le RPC rend principalement comparables les propriétés de protection contre l'incendie des produits. Toutefois, chaque État membre est tenu de définir la classe minimale de protection contre l'incendie requise pour une grande variété d'applications. Les exigences applicables aux produits peuvent donc varier considérablement en Europe pour chaque type de bâtiment. Le planificateur doit donc vérifier et respecter les réglementations locales. Diverses organisations et associations internationales ont maintenant formulé leurs propres recommandations, dont certaines vont bien au-delà des exigences légales minimales. R&M fait la recommandation suivante, basée sur des considérations de coûts/bénéfices:

### 3. Pré-installation

| Classification Euro | Classification supplémentaire                     |                                |                                 | Niveau de protection incendie des câbles d'installation<br>(Utiliser les recommandations de R&M)* |
|---------------------|---|--------------------------------|---------------------------------|---|
|                     | Propagation de la flamme<br>Production de chaleur | Production/densité de la fumée | Production d'acides/corrosivité |   |
| A <sub>ca</sub>     |   |                                |                                 | <b>NA</b>   |
| B1 <sub>ca</sub>    |   |                                |                                 | <b>NA</b>   |
| B2 <sub>ca</sub>    | s1  | a1                             | d1                              | <b>Très haute</b><br>(ex. voies d'évacuation, tunnels, industries à haut risque)                  |
| C <sub>ca</sub>     | s1  | a1                             | d1                              | <b>Haute</b><br>(ex. hôpitaux, maisons de repos, écoles)  |
| D <sub>ca</sub>     | s2  | a2                             | d1                              | <b>Moyenne</b><br>(ex. bâtiments publics, hôtels, aéroports, environnements industriels)          |
| E <sub>ca</sub>     |   |                                |                                 | <b>Normale</b><br>(ex. immeubles de bureaux normaux, locaux d'habitation)                         |
| F <sub>ca</sub>     |   |                                |                                 | <b>Faible</b><br>(non recommandé)   |

\* La classification de protection incendie nécessaire pour les câbles d'installation est prescrite par l'autorité de prévention des incendies compétente.

Classes supplémentaires RCP et niveaux de protection contre l'incendie

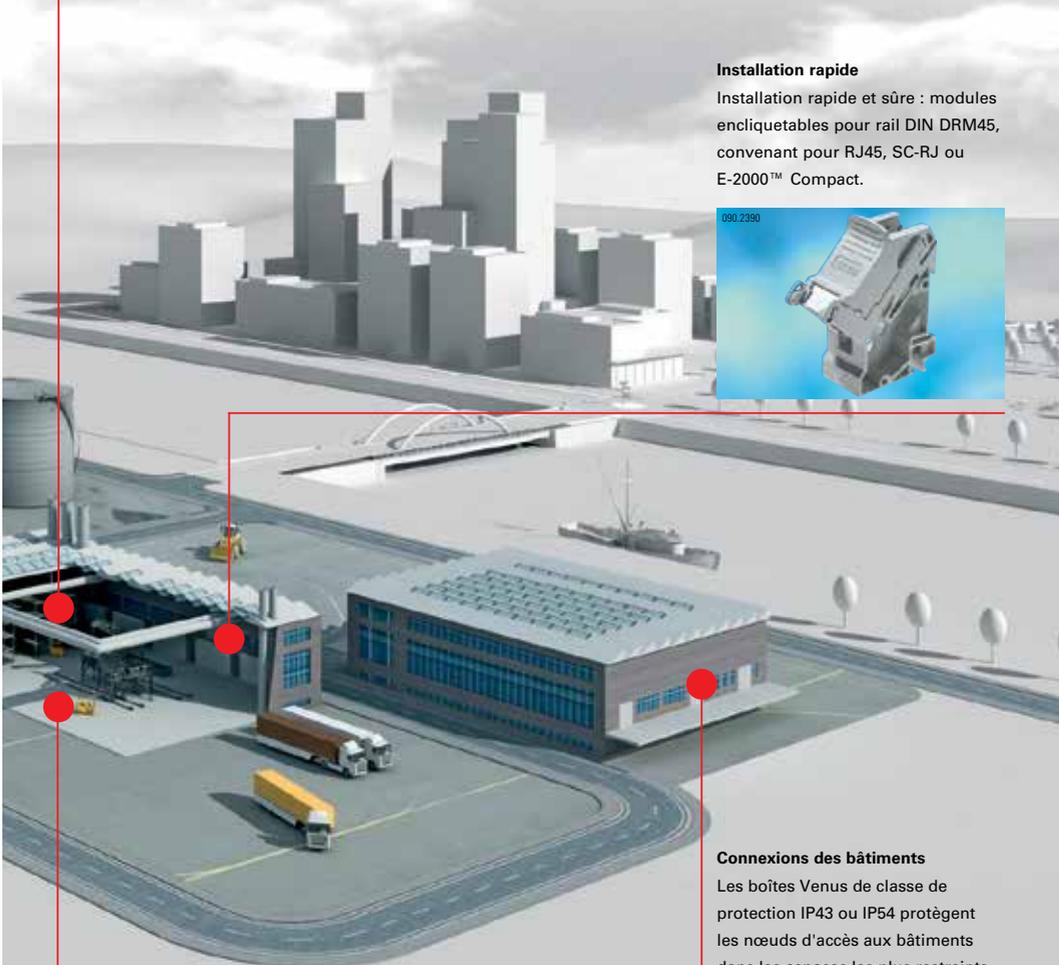


### Système de sécurité

Le système de sécurité à trois niveaux de R&M fournit un codage clair des composants ainsi qu'une protection contre les branchements/débranchements pour les liens de données critiques.

### Installation rapide

Installation rapide et sûre : modules encliquetables pour rail DIN DRM45, convenant pour RJ45, SC-RJ ou E-2000™ Compact.



### Économie d'espace

Un degré d'automatisation plus élevé pour un besoin d'information croissant – Les composants R&M comme notre FM45, qui peut être assemblé sur le terrain, rendent la connexion des machines simple tout en offrant une disponibilité maximale du réseau.



### Connexions des bâtiments

Les boîtes Venus de classe de protection IP43 ou IP54 protègent les nœuds d'accès aux bâtiments dans les espaces les plus restreints.

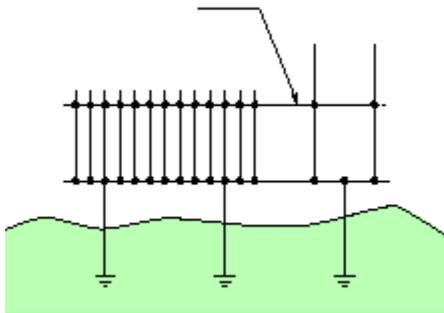


# 3. Pré-installation

## 3.1.4 CONCEPTS CEM

En ce qui concerne l'obtention d'un concept satisfaisant de CEM et de mise à la terre pour la sécurité des personnes, des équipements et des signaux, plusieurs exigences et recommandations doivent être prises en compte.

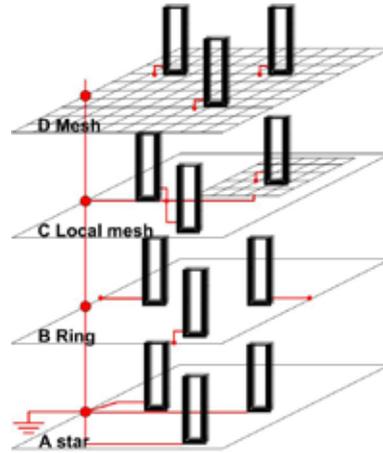
Il y a d'abord le réseau de mise à la terre du ou des bâtiments, qui constitue la base d'une plate-forme complète de CEM et de sécurité. Le bâtiment où le câblage d'information doit être installé doit être soigneusement inspecté ou conçu en fonction de son réseau équipotentiel. La mise à la terre du système doit être conçue dans le but d'obtenir une faible impédance afin d'augmenter la capacité de transport de courant du réseau. Les réglementations locales concernant la mise à la terre doivent être respectées ; cependant, il est de notoriété publique que des sondes de mise à la terre indépendantes et dé-



Mise à la terre des bâtiments

diées pour des réseaux séparés individuels sont insuffisantes pour obtenir une bonne protection CEM. Dans certains pays, cette méthode de mise à la terre est même interdite car la mise à la terre séparée pourrait présenter un grave danger pour la santé et la sécurité. La figure "Mise à la terre des locaux" montre les configurations préférées pour la mise en œuvre des réseaux de mise à la terre. Les réseaux de mise à la terre individuels ne sont pas recommandés, que ce soit avec une sonde de terre individuelle ou une électrode de terre unique, car il existe un risque que des courants transitoires soient créés lors

d'un coup de foudre. Ces courants de défaut et les perturbations HF pourraient par la suite détruire les équipements et endommager l'installation. En outre, un réseau de mise à la terre en deux ou trois dimensions est moins sujet à maintenance, car lorsqu'une électrode de terre se casse, il en reste au moins une ou deux à la terre.

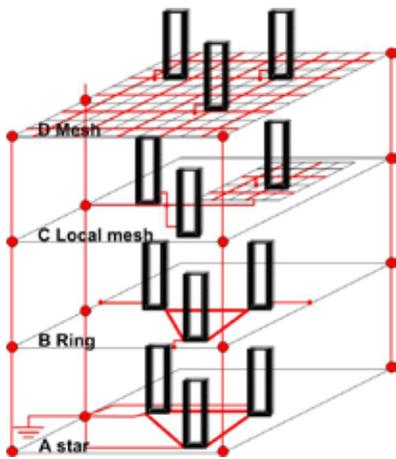


EN 50310 Minimum

Si différents métaux sont interconnectés, il faut tenir compte de l'éventuelle détérioration des points de contact due à la corrosion électrochimique. Les métaux qui s'interconnectent doivent être choisis de manière à ce que leurs potentiels électrochimiques soient proches ou que le point de contact soit convenablement protégé des influences environnementales (c'est-à-dire de l'humidité). Une fois que nous sommes sûrs que notre réseau de mise à la terre a une faible impédance acceptable par rapport à la terre, nous pouvons aborder les niveaux de liaison suivants :

- Niveau du bâtiment, c.-à-d. un réseau commun de liaison (CBN) ou un réseau maillé (MESH-BN)
- Niveau de l'installation, c.-à-d. la fusion d'un CBN et d'un Mesh-BN
- Niveau de l'équipement, c.-à-d. MESH-BN

Afin de construire une configuration CBN de base, il est important de connecter tous les objets métalliques des bâtiments au système de mise à la terre



EN50310 Recommandé

en utilisant des composants d'interconnexion appropriés, conformément aux réglementations nationales et locales. Les éléments d'interconnexion doivent avoir une surface conductrice aussi grande que possible, afin de pouvoir conduire des courants à haute fréquence (par exemple, des sangles de mise à la terre, un bus métallique, des liaisons de bus, etc.) Les performances du CBN et du MESH-BN peuvent être améliorées en augmentant le type de réseau de mise à la terre, où le niveau le plus bas de la hiérarchie est l'étoile A et le maillage D le plus élevé (voir la figure "EN50310 minimum"), ou en mettant en œuvre les améliorations recommandées dans la figure "EN50310 recommandé".

Du point de vue de l'installation, il faut veiller à ce que la séparation physique des câbles de haute et de basse tension soit maintenue. Cette question est abordée en détail au chapitre 3.2.5 - Distances entre les câbles de données et les câbles électriques.

Lorsque des planchers surélevés sans rails de support sont utilisés pour les panneaux de plancher, les supports des panneaux doivent être interconnectés selon un maillage équipotentiel pour obtenir des

résultats optimaux. Il n'est pas nécessaire de relier chaque support entre eux ; en général, un maillage de 1,5 m convient. Le conducteur utilisé pour interconnecter les colonnes doit être d'au moins 10 mm<sup>2</sup>. Si le plancher surélevé offre une protection électrostatique, la résistance au courant continu entre le plancher surélevé et la grille de mise à la terre doit être comprise entre 1MΩ et 10MΩ. Les conditions mentionnées ci-dessus doivent être enregistrées et remesurées lors de l'entretien du plancher surélevé, qui a lieu environ tous les 5 ans, ou de sa réparation.

Toutes les armoires doivent être munies d'une barre de mise à la terre ou d'un point de référence à la terre, auquel tous les équipements logés dans des boîtiers métalliques seront connectés (y compris les panneaux de brassage). Pour les systèmes de câblage génériques blindés, le blindage du répartiteur d'étage doit être connecté au système de mise à la terre, ce qui peut être fait avec les panneaux de brassage R&M *freenet* appropriés. Si un bon grillage de terre est disponible à un niveau particulier, la prise peut également être mise à la terre pour fournir une protection supplémentaire contre les perturbateurs externes. Pour les transmissions 10GBase-T et plus dans les environnements industriels lourds, la mise à la terre de la prise est recommandée.

En outre, la distribution correcte de l'énergie doit être coordonnée avec l'ingénieur électricien pour obtenir un réseau complet valide sur le plan de la CEM. Si vous utilisez un système de distribution électrique DC secondaire intérieur, il est recommandé d'utiliser une installation DC-I, où les L+ et L- sont acheminés à proximité les uns des autres. Le conducteur de retour DC du système informatique sera uniquement connecté au L+, qui sera connecté au CBN et au MESH-BN. La chute de tension dans le système de retour DC ne doit pas dépasser 1V, ceci peut être obtenu en ayant des conducteurs L+ et L- suffisamment larges.

### 3. Pré-installation

| Distributeur externe | Installation interne  | CEM               | Remarques  |
|----------------------|---|-------------------|--|
| TN-S                 | TN-S  | <b>Excellente</b> | Bon niveau d'équipotentialité  |
| TN-C                 | TN-S  | <b>Bonne</b>      |  |
| TN-C-S               | TN-S  | <b>Bonne</b>      |  |
| TN-C                 | TN-C  | <b>Faible</b>     | Ne doit jamais être utilisé, circulation de courants perturbés (rayonnement de champ magnétique élevé)   |
| TN-C                 | TN-C-S  | <b>Faible</b>     |  |
| TN-C                 | TN-C sous-sol jusqu'à MET & TN-S entre et aux étages              | <b>Bonne</b>      | Bon niveau d'équipotentialité  |
| TT                   | TT  | <b>Moyenne</b>    | Risque de problèmes d'équipotentialité à l'intérieur du bâtiment. Pas de couverture CEM entre les bâtiments avec l'informatique, performances améliorées si un conducteur de dérivation équipotentiel est installé |
| TT                   | Un transformateur d'isolement (EN 61558-1) pour réaliser des TN-S | <b>Bonne</b>      | Bon niveau d'équipotentialité entre les bâtiments  |
| IT                   | IT  | <b>Moyenne</b>    | Généralement utilisé isolé de la terre (FR avec impédance @230/440V, pas de limiteur de tension, pas de neutre distribué @ 230V ligne à ligne)   |
| IT                   | Un transformateur d'isolement (EN 61558-1) pour réaliser des TN-S | <b>Bonne</b>      | Bon niveau d'équipotentialité entre les bâtiments  |

Distribution d'énergie CEM

Pour un système de distribution d'alimentation électrique en courant alternatif, le tableau ci-dessus vous fournira les informations correctes pour choisir la configuration optimale afin de maintenir les exigences optimales en matière de CEM. Les normes européennes recommandent le système TN-S, car c'est lui qui causera le moins de problèmes de CEM pour les équipements informatiques et la communication. En outre, il est recommandé d'installer des transformateurs séparés pour les circuits de forte puissance, c'est-à-dire les CRAC, les ascenseurs, les UPS, les moteurs. Le ou les transformateurs des systèmes informatiques doivent être en configuration TN-S pour des raisons de CEM et les circuits de distribution électrique sortants doivent tous quitter le tableau principal basse tension (en étoile).

Les bâtiments et groupes de bâtiments qui exigent une excellente qualité CEM, par exemple les

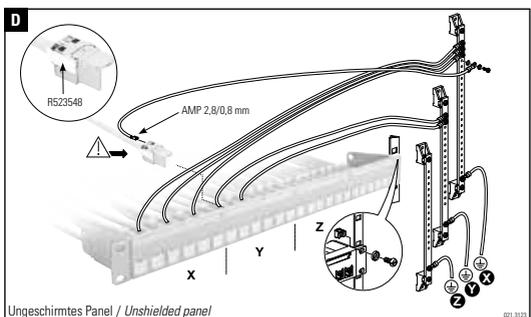
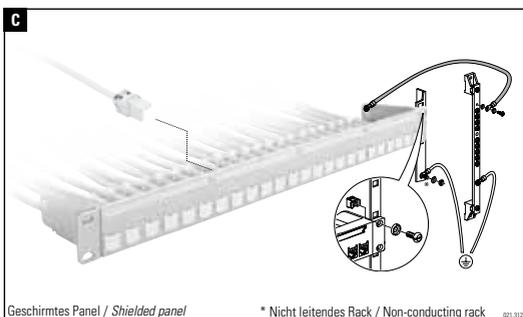
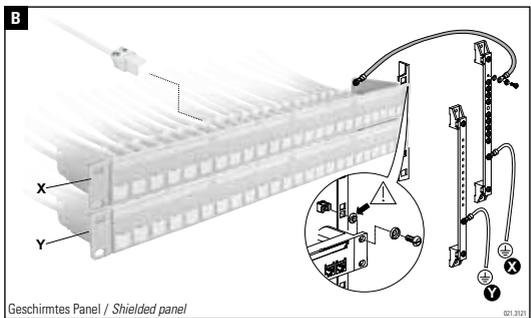
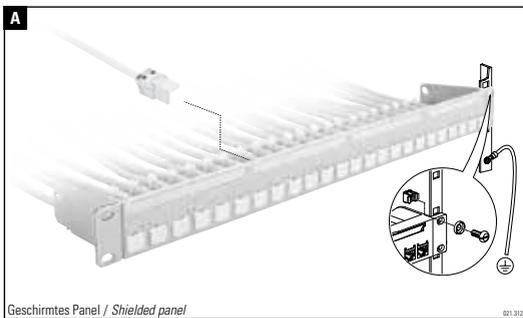
hôpitaux, les centres de télécommunications, les casernes militaires, etc. devraient opter pour une configuration TN-S pour garantir leurs besoins opérationnels. Surtout s'ils utilisent une infrastructure de câbles intra-bâtiment pour leurs services interactifs. En ce qui concerne la sécurité des personnes, le RCD est obligatoire pour les systèmes TT et nécessite la continuité du conducteur PE.

Le TN-S et le TN-C ont des courants de défaut (perturbations transitoires) raisonnablement élevés de ca. 1kA, ce qui nécessite une bonne gestion des appareils à forts courants de fuite.

La dernière s'applique également aux systèmes TT, mais ici les courants sont plus faibles (quelques ampères). Le système TT et IT présentent cependant un risque de surtensions, l'IT ayant des problèmes de déclenchement des filtres de mode commun nécessaires pour gérer les tensions entre phases.

Ces recommandations du guide d'installation suivent les exigences décrites dans EN 50174-2 et EN 50310.

**Erdungskonzept für 24-Port-PC-Panel**  
**Grounding concept for 24-Port-PC-Panel**  
**Principe de mise à la terre pour panneau 24-Ports-PC**



Concept de mise à la terre des panneaux R&M

# 3. Pré-installation

## 3.1.5 Programme d'infrastructure

Le programme comprend un certain nombre d'énoncés de définition de haut niveau qui doivent être clairement compris et suivis par le contractant.

- Room Ready RR Étape 1: Tous les métiers non informatiques doivent être terminés dans les salles. Tous les travaux de construction, d'installation des moyens de transport, de plancher surélevé, de finition des décorateurs et d'aménagement sont terminés, un nettoyage de chantier a été effectué et la pièce est sous clé sécurisée. Toute activité nécessite un permis de travail.  
Ces espaces seront ensuite protégés par un rideau d'air temporaire contenant l'environnement intérieur. Les locaux doivent être propres (et nettoyés chaque semaine pendant toute la durée, y compris le vide au sol, par le directeur des travaux), décorés et protégés de toute poussière provenant des environnements extérieurs
- RR 2: Tous les travaux de mise en service du MPE et le câblage structuré sont terminés, la dernière touche de décoration, le câblage de l'infrastructure technologique est terminé et l'installation des services de base est en cours. Un nettoyage clinique a été effectué de l'ensemble de l'environnement dans ces espaces avant que tout site principal ne soit connecté à l'électricité. Cela garantit qu'aucune autre contamination de l'air ne se produira.
- RR 3: Toute l'alimentation doit être assurée par un onduleur et un générateur en permanence (de nombreux éléments à installer à l'intérieur de ces salles nécessitent une programmation importante qui pourrait être perdue et nécessiter les arrêts qui peuvent causer des dommages s'ils ne sont pas respectés). Des coupures de courant imprévues, voire programmées, après la remise de la salle pourraient entraîner des retards importants. Les coupures de courant prévues doivent être notifiées par écrit au moins 72 heures à l'avance. Des portes finies seront nécessaires, bien qu'il soit reconnu qu'elles peuvent ne pas être initialement connectées au système de sécurité principal.  
Par conséquent, des agents de sécurité et des laissez-passer peuvent être jugés nécessaires pour maintenir un niveau de sécurité élevé
- Alimentation permanente: applicable à tous les HUB et ER. Test de système intégré IST – Tous les systèmes du bâtiment sous gestion des modifications pour les arrêts, bâtiment dans le contrôle opérationnel.
- Permis d'exploitation de l'infrastructure informatique: toutes les installations de construction et d'aménagement de bases ont été mises en service et fonctionnent en direct sans interruption planifiée ou imprévue.

Ces jalons et définitions sont un élément essentiel du programme de travail informatique.

## 3.2 Cuivre

### 3.2.1 Normes relatives au cuivre

#### Conventions d'appellation: ISO/EN/TIA

Différences entre classe et catégorie dans les normes actuelles

| ISO / EN              |                          | TIA          |              |
|-----------------------|--------------------------|--------------|--------------|
| Système               | Composants               | Composants   | Système      |
| Classe D              | Catégorie 5              | Catégorie 5e | Catégorie 5e |
| Classe E              | Catégorie 6              | Catégorie 6  | Catégorie 6  |
| Classe E <sub>A</sub> | Catégorie 6 <sub>A</sub> | Catégorie 6A | Catégorie 6A |
| Classe F              | Catégorie 7              | Non reconnu  | Non reconnu  |
| Classe F <sub>A</sub> | Catégorie 7 <sub>A</sub> | Non reconnu  | Non reconnu  |
| Classe I              | Catégorie 8.1            | Catégorie 8  | Catégorie 8  |
| Classe II             | Catégorie 8.2            | Non reconnu  | Non reconnu  |

Différences normes

Bien que la spécification de performance de tous les composants de catégorie 5e R&M soit celle de la performance spécifiée ISO/IEC de catégorie 5, R&M utilise généralement la convention de dénomination de «catégorie 5e» ou «cat 5e» car elle est plus largement comprise et acceptée.

#### Norme des composants

Norme connecteur dans un PL et Channel

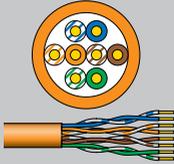
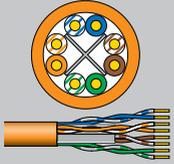
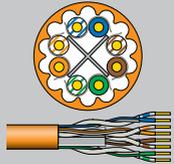
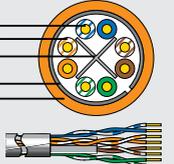
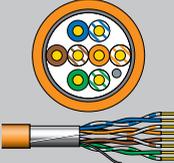
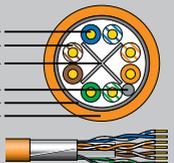
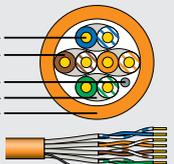
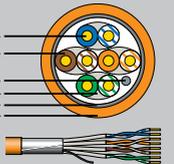
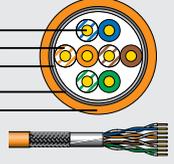
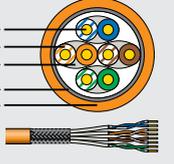
| Système R&M                | Permanent Link (PL)   | Channel (CH)          |
|----------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Cat. 5e                    | Classe D              | Classee D             |
| Cat. 6                     | Classe E              | Class E               |
| Cat. 6 real 10 (blindé)    | Classe E              | Classe E <sub>A</sub> |
| Cat. 6 <sub>A</sub> EL     | Classe E <sub>A</sub> | Classe E <sub>A</sub> |
| Marge NEXT prévue min. 2dB |                       |                       |
| Cat. 6A                    | Classe E <sub>A</sub> | Classe E <sub>A</sub> |
| Marge NEXT prévue min. 4dB |                       |                       |
| Cat. 8.1                   | Classe I              | Classe I              |

Classification des liens du connecteur R&M/freenet

# 3. Pre-installation

## Performance et construction des câbles

La nomenclature des câbles comporte 2 paramètres clés. La première lettre décrit le blindage de la gaine et la seconde lettre le type de blindage des paires individuelles.

| Solution R&Mfreenet | Cat. 5e   Cat. 6   | Cat. 6  | Cat. 6 <sub>A</sub>   |
|---------------------|--|---|---|
| U/UTP               |   |    |   |
| U/UTP WARP          |  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Noyau cuivre</li> <li>2. Isolant</li> <li>3. Espaceur</li> <li>4. feuillard non continue</li> <li>5. Gaine extérieure</li> </ol>              | <ol style="list-style-type: none"> <li>1.</li> <li>2.</li> <li>3.</li> <li>4.</li> <li>5.</li> </ol>                |
| F/UTP               |    | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Noyau cuivre</li> <li>2. Isolant</li> <li>3. Espaceur</li> <li>4. Fil de drain</li> <li>5. Feuillard</li> <li>6. Gaine extérieure</li> </ol>  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1.</li> <li>2.</li> <li>3.</li> <li>4.</li> <li>5.</li> <li>6.</li> </ol>   |
| U/FTP               |  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Noyau cuivre</li> <li>2. Isolant</li> <li>3. Fil de drain</li> <li>4. Feuillard</li> <li>5. Gaine extérieure</li> </ol>                       | <ol style="list-style-type: none"> <li>1.</li> <li>2.</li> <li>3.</li> <li>4.</li> <li>5.</li> </ol>              |
| F/FTP               |  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Noyau cuivre</li> <li>2. Isolant</li> <li>3. Fil de drain</li> <li>4. Feuillard</li> <li>5. Feuillard</li> <li>5. Gaine extérieure</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1.</li> <li>2.</li> <li>3.</li> <li>4.</li> <li>5.</li> <li>6.</li> </ol>  |
| SF/UTP<br>S/FTP     | <ol style="list-style-type: none"> <li>1.</li> <li>2.</li> <li>3.</li> <li>4.</li> <li>5.</li> </ol>  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Noyau cuivre</li> <li>2. Isolant</li> <li>3. Feuillard</li> <li>4. Tresse</li> <li>5. Gaine extérieure</li> </ol>                             | <ol style="list-style-type: none"> <li>1.</li> <li>2.</li> <li>3.</li> <li>4.</li> <li>5.</li> </ol>              |

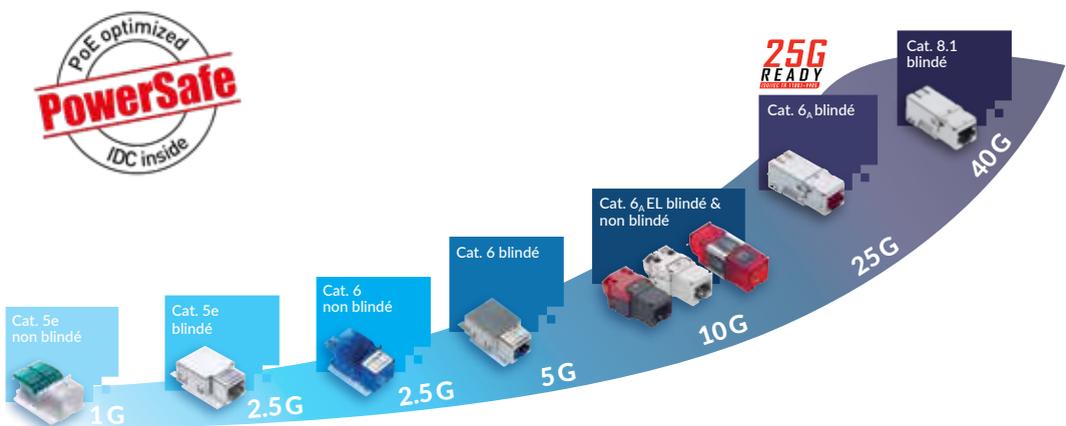
Structure de câble TP

## Un répertoire complet de modules RJ45

### Connectivité RJ45 de R&M

La connectivité RJ45 est le composant central du système de câblage structuré à paires torsadées et est principalement responsable de sa fiabilité. Grâce à sa technologie de connexion et de distribution avancée et facile à installer, la connectivité R&M*freenet* est la plate-forme optimale pour toutes les classes de transmission et les applications d'aujourd'hui et de demain. Selon la catégorie des connecteurs, des taux de transmission allant jusqu'à 40 GBit/s sont pris en charge. Tous les modules RJ45 de R&M sont fabriqués sur des chaînes de montage entièrement automatiques appartenant à R&M. Ils sont testés à 100 % de leur fonctionnalité et sont de la plus haute qualité. La gamme complète de solutions de câblage blindé et non blindé est disponible dans le cadre de R&M*freenet* - elle fournit des composants de câblage optimaux pour des réseaux fiables et performants.

Bien sûr, tous les modules RJ45 de R&M*freenet* sont optimisés pour la transmission 4PPoE et PowerSafe.



#### Normes, liaisons et distances de transmission

|                          | 1G  | 2.5G | 5G  | 10G | 25G    | 40G |
|--------------------------|-----|------|-----|-----|--------|-----|
| Cat. 5e/u                | 90m | *    |     |     |        |     |
| Cat. 5e/s                | 90m | 90m  |     |     |        |     |
| Cat. 6/u                 | 90m | 90m  | *   |     |        |     |
| Cat. 6/s                 | 90m | 90m  | 90m |     |        |     |
| Cat. 6 <sub>A</sub> EL/u | 90m | 90m  | 90m | 90m |        |     |
| Cat. 6 <sub>A</sub> EL/s | 90m | 90m  | 90m | 90m |        |     |
| Cat. 6 <sub>A</sub> /u   | 90m | 90m  | 90m | 90m |        |     |
| Cat. 6 <sub>A</sub> /s   | 90m | 90m  | 90m | 90m | 24m**  |     |
| Cat. 8.1                 | 96m | 96m  | 96m | 96m | 50m*** | 24m |

\* 90 m peuvent être possibles, en fonction des caractéristiques et des conditions de pose des câbles d'installation

\*\* conforme avec TR11801-9905

\*\*\* conforme avec TR11801-9909

# 3. Pré-installation

## 3.2.2 Propriétés des câbles

### Exigences générales

Le rayon de courbure est spécifié dans les fiches techniques R&M en mm ou en multiple du diamètre extérieur du câble (voir l'extrait suivant de la fiche technique d'un câble de données). Une distinction est faite entre un rayon minimum admissible pendant l'installation et un rayon minimum admissible après la pose (sans charge mécanique).

| Propriétés des câbles en cuivre - exemples          |           |                            |  |     |
|---|-----------|----------------------------|--|-----|
| Rayon   |           | Plage de température [°C]  |  |     |
| Rayon de courbure mini lors de l'installation       | 8 x D     | Fonctionnement             | -20 à +75                              |     |
| Rayon de courbure mini, installé                    | 4 x D     | Installation               | 0 à +50                                |     |
| Résistance à la traction des câbles en cuivre [N]   |           | Matériaux                  |  |     |
| Résistance max à la traction lors de l'installation |           | PVC                        | IEC 60332-1                            |     |
| Non blindé  | 100       | LSZH                       | IEC 61034, IEC 60754-1, IEC 60332-1-2  |     |
| Blindé  | 100 – 160 | LSFRZH                     | IEC 61034-1, IEC 60754-2, IEC60332-3-2 |     |
| Résistance maximale à la traction, installé         | Aucune    |                            |  |     |
| Exemple de fiche technique - câble en cuivre        |           | Charge calorifique [MJ/km] |  | CPR |
|   |           | PVC                        | 276                                    | Cca |
|   |           | LSZH                       | 639                                    |     |
|   |           | LSFRZH                     | 550                                    |     |

## 3.2.3 Restrictions sur le Channel pour des liaisons de câblage équilibrées

### Calcul de longueur pour les systèmes de câblage génériques

Le tableau suivant peut être utilisé pour calculer la longueur maximale des installations de câbles fixes. La longueur de câble calculée par le planificateur ou l'installateur pour les installations fixes de câbles ne doit pas être dépassée, même pour d'éventuelles extensions. Notez que si des travaux d'entretien sont nécessaires, il ne faut pas utiliser des câbles de raccordement ou des câbles de connexion de longueurs différentes, sinon un fonctionnement sans erreur des liaisons de transmission calculées précédemment ne peut être garanti. En présence d'un point de consolidation optionnel ou d'un panneau de connexion transversale ou des deux, il convient de différencier les modèles de câblage suivants. Il convient de noter qu'un écart de NVP d'environ 5 % peut se produire.

| Segment                                   | Minimum (m) | Maximum (m) |
|---|-------------|-------------|
| FD-CP                                     | 15          | 85          |
| CP-TO                                     | 5           | -           |
| FD-TO (aucun CP)                          | 15          | 90          |
| Cordon de la zone de travail <sup>a</sup> | 2           | 5           |
| Cordon de brassage                        | 2           | -           |
| Cordon d'équipement <sup>b</sup>          | 2           | 5           |
| Tous les cordons                          | -           | 10          |

<sup>a</sup> S'il n'y a pas de CP, la longueur minimale du cordon de la zone de travail est de 1 m

<sup>b</sup> S'il n'y a pas de connexion miroir la longueur minimale du cordon d'équipement est de 1 m

Longueurs de câblage de référence ISO/  
IEC 11801

## Équation de la longueur du lien horizontal du câblage LAN

| Modèle           | Équation d'implémentation |                                 |                                 |
|------------------|---------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
|                  | Classe D Channel          | Classe E/E <sub>A</sub> Channel | Classe F/F <sub>A</sub> Channel |
| 2 Connecteurs    | $H = 109 - F * X$         | $H = 107 - 3a - F * X$          | $H = 107 - 2a - F * X$          |
| 3 Connecteurs    | $H = 107 - F * X$         | $H = 106 - 3a - F * X$          | $H = 106 - 3a - F * X$          |
| 3 Connecteurs CP | $H = 107 - F * X - C * Y$ | $H = 106 - 3a - F * X - C * Y$  | $H = 106 - 3a - F * X - C * Y$  |
| 4 Connecteurs    | $H = 105 - F * X - C * Y$ | $H = 105 - 3a - F * X - C * Y$  | $H = 105 - 3a - F * X - C * Y$  |

\* Cette réduction de longueur doit être utilisée pour fournir une marge pour les différences d'atténuation aux hautes fréquences.

Équation du lien de câblage horizontal (voir les pages suivantes pour les schémas et les définitions ci-dessous)

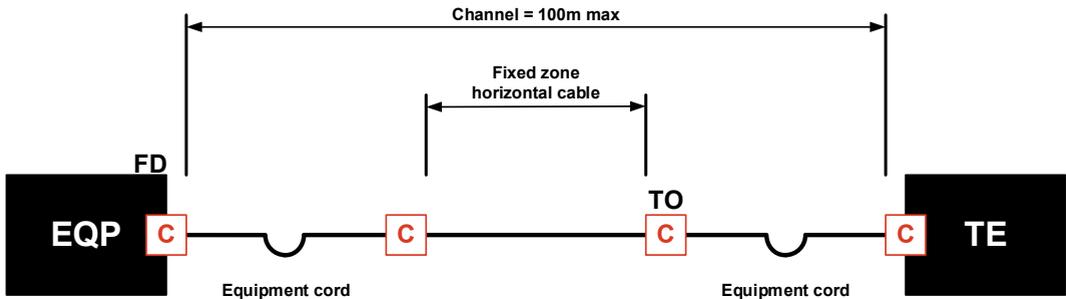
- C** Longueur du câble CP (CP = point de consolidation) (m)
- F** Longueur combinée pour les câbles de raccordement/connexion, côté équipement/poste de travail (m)
- H** Longueur maximale pour le câblage horizontal fixe (m)
- X** Le facteur d'atténuation du câble pour la différence entre le diamètre de l'âme en cuivre du câble flexible et celui des câbles d'installation (UTP/STP = 1,5) et pour les câbles thinLine (UTP/STP = 2,0)
- Y** Le facteur d'atténuation du câble pour la différence entre le diamètre plus petit de l'âme en cuivre du câble flexible et celui des câbles d'installation (CP - câble UTP/STP = 1,5)
- L** Longueur du câble LDP (LDP = point de distribution local) (m)
- Z** Longueur maximale du câble de distribution de la zone fixe (m) (FD - Répartiteur d'étage)  
(TO - Telecommunications Outlet)

# 3. Pré-installation

## Modèles de longueur de lien horizontal pour le câblage LAN

### Modèles

#### Interconnect - Modèle TO

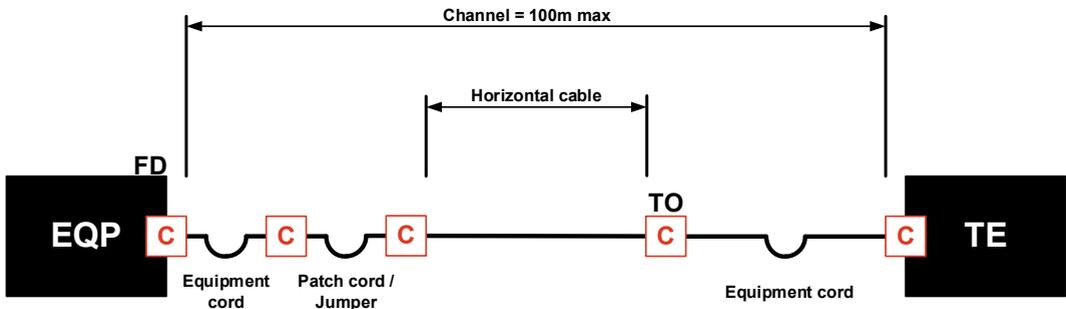


Interconnect Modèle-TO

| Équation d'implémentation |                                 |                                 |
|---------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Classe D Channel          | Classe E/E <sub>A</sub> Channel | Classe F/F <sub>A</sub> Channel |
| $H = 109 - F \cdot X$     | $H = 107 - 3^a - F \cdot X$     | $H = 107 - 2^a - F \cdot X$     |

Equation Interconnect-TO (voir tableau «Équation de liaison de câblage horizontale» à la page 41 pour la définition)

#### Cross connect – Modèle TO



Interconnect-Modèle TO

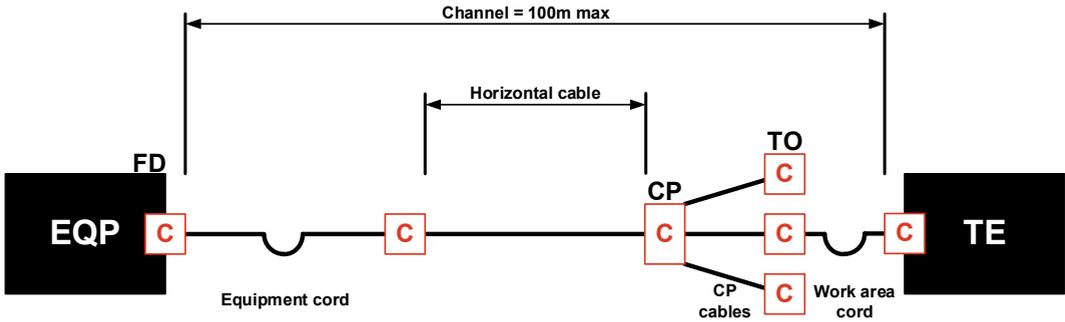
| Équation d'implémentation |                                 |                                 |
|---------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Classe D Channel          | Classe E/E <sub>A</sub> Channel | Classe F/F <sub>A</sub> Channel |
| $H = 107 - F \cdot X$     | $H = 106 - 3^a - F \cdot X$     | $H = 106 - 3^a - F \cdot X$     |

Equation Cross connect-TO (voir tableau «Équation de liaison de câblage horizontale» à la page 41 pour la définition)

### Remarques

Lorsque la température ambiante pendant le fonctionnement est supérieure à 20 ° C, H doit être réduit de 0,2% par ° C pour les installations blindées, pour les installations non blindées, la valeur est de 0,4% entre 20 ° C et 40 ° C et 0,6% entre 40 ° C - 60 ° C.

### Interconnect - Modèle CP-TO



Interconnect-Modèle CP-TO

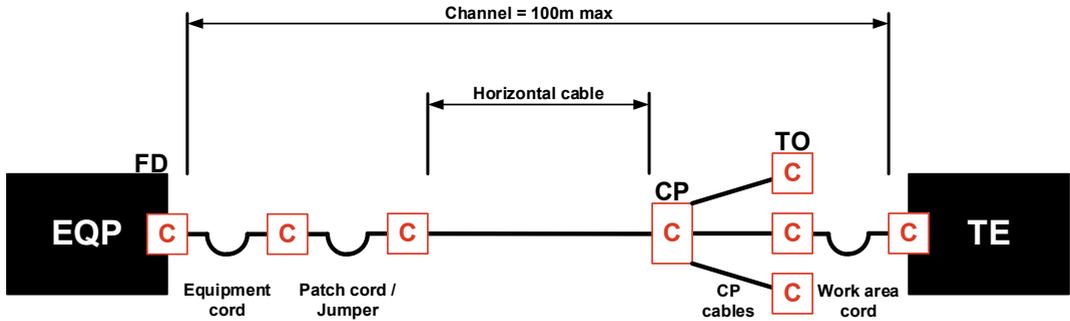
### Équation d'implémentation

| Classe D Channel          | Classe E/E <sub>A</sub> Channel | Classe F/F <sub>A</sub> Channel |
|---------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| $H = 107 - F * X - C * Y$ | $H = 106 - 3^a - F * X - C * Y$ | $H = 106 - 3^a - F * X - C * Y$ |

Equation Interconnect-CP-TO (voir tableau «Équation de liaison de câblage horizontale» à la page 41 pour la définition)

# 3. Pré-installation

## Cross connect – Modèle CP-TO



Cross connect-Modèle CP-TP

| Équation d'implémentation |                                 |                                 |
|---------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Classe D Channel          | Classe E/E <sub>A</sub> Channel | Classe F/F <sub>A</sub> Channel |
| $H = 105 - F * X - C * Y$ | $H = 105 - 3^a - F * X - C * Y$ | $H = 105 - 3^a - F * X - C * Y$ |

Equation modèle Cross connect CP-TO (voir tableau «Équation de liaison de câblage horizontale» à la page 41 pour la définition)

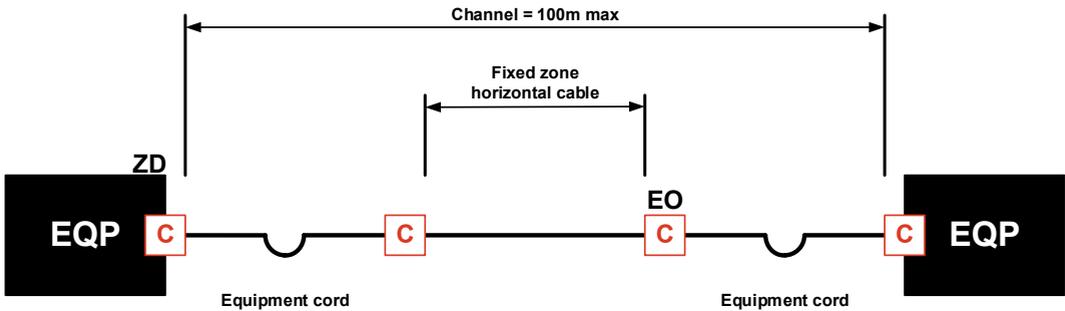
### Restrictions selon le modèle de référence ISO 11801

- La longueur physique du câble d'installation installé en permanence (si aucun câble CP n'est présent), permanent link, ne doit pas dépasser la longueur maximale de 90 m.
- La longueur physique du channel ne doit pas dépasser la longueur maximale de 100 m.
- Le point de consolidation (CP) doit être à au moins 15 m du répartiteur d'étage.
- Le câble CP connecté au TO doit mesurer au moins 5 m de long.
- Si un MUTO (prise de télécommunication multi-utilisateurs) est utilisé, les câbles de connexion au poste de travail ne doivent pas dépasser 20 m.
- Les câbles de raccordement et de connexion ne doivent pas dépasser 5 m

## Modèle de longueur de distribution des zones de câblage des centres de données

### Modèles

#### Interconnect - Modèle EO

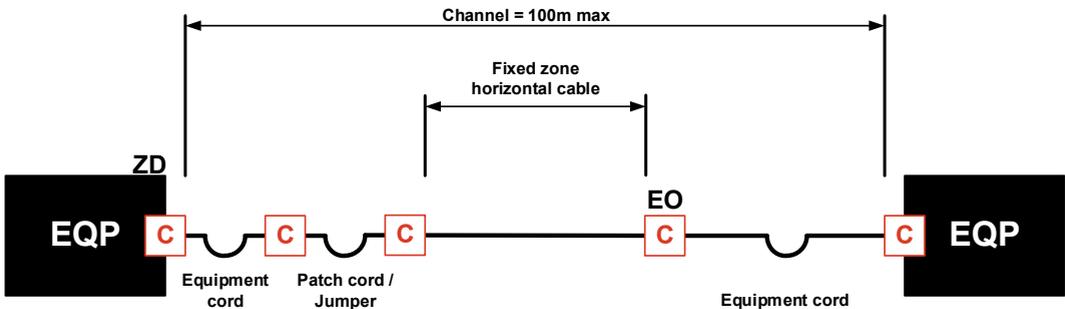


Interconnect-Modèle EO

| Équation d'implémentation |                                 |                                 |
|---------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Classe D Channel          | Classe E/E <sub>A</sub> Channel | Classe F/F <sub>A</sub> Channel |
| $H = 109 - F \cdot X$     | $H = 107 - 3^a - F \cdot X$     | $H = 107 - 2^a - F \cdot X$     |

Equation modèle Interconnect-EO (voir tableau «Équation de liaison de câblage horizontale» à la page 41 pour la définition)

#### Cross connect - Modèle EO



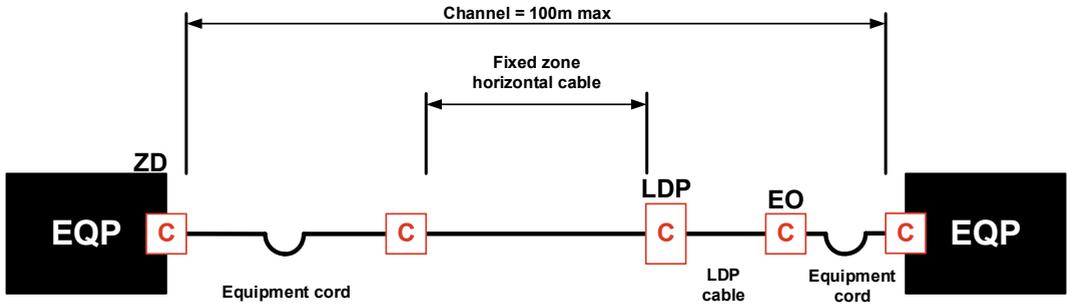
Cross connect-Modèle EO

| Équation d'implémentation |                                 |                                 |
|---------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Classe D Channel          | Classe E/E <sub>A</sub> Channel | Classe F/F <sub>A</sub> Channel |
| $H = 107 - F \cdot X$     | $H = 106 - 3^a - F \cdot X$     | $H = 106 - 3^a - F \cdot X$     |

Equation modèle Cross connect-EO (voir tableau «Équation de liaison de câblage horizontale» à la page 41 pour la définition)

# 3. Pré-installation

## Interconnect - LDP - Modèle EO

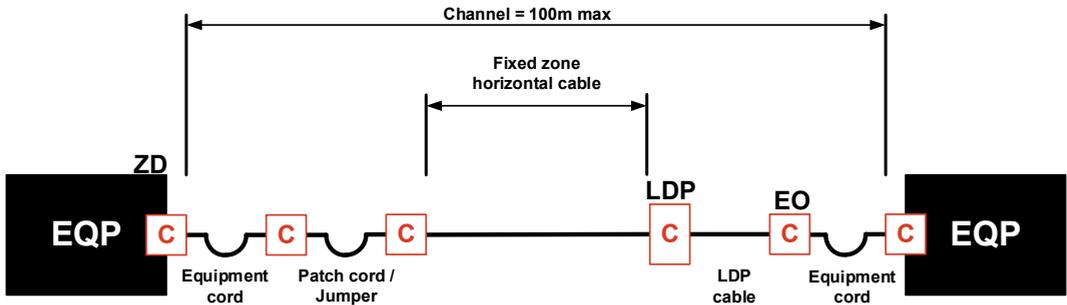


Interconnect-LDP-Modèle EO

| Équation d'implémentation |                                 |                                 |
|---------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Classe D Channel          | Classe E/E <sub>A</sub> Channel | Classe F/F <sub>A</sub> Channel |
| $H = 107 - F * X - C * Y$ | $H = 106 - 3^a - F * X - C * Y$ | $H = 106 - 3^a - F * X - C * Y$ |

Equation modèle Interconnect-LDP-EO (voir tableau «Équation de liaison de câblage horizontale» à la page 41 pour la définition)

## Cross connect - LDP - Modèle EO



Cross connect-LDP-Modèle EO

| Équation d'implémentation |                                 |                                 |
|---------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Classe D Channel          | Classe E/E <sub>A</sub> Channel | Classe F/F <sub>A</sub> Channel |
| $H = 105 - F * X - C * Y$ | $H = 105 - 3^a - F * X - C * Y$ | $H = 105 - 3^a - F * X - C * Y$ |

Equation modèle Cross connect-LDP-EO (voir tableau «Équation de liaison de câblage horizontale» à la page 41 pour la définition)

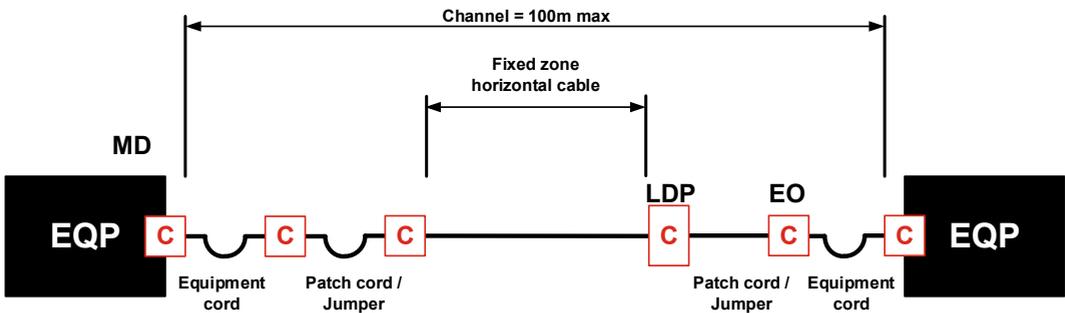
### Restrictions selon le modèle de référence ISO11801

- La longueur physique du channel ne doit pas dépasser 100 m.
- La longueur physique du câble de distribution de la zone fixe ne doit pas dépasser 90 m et peut être inférieure en fonction de la longueur des câbles et cordons LDP utilisés et du nombre de connexions.

### Modèle de longueur du channel de distribution principal du câblage des centres de données

#### Modèles

#### Modèle de channel de distribution principal



Modèle de canal de distribution principal

#### Équation d'implémentation

| Classe D Channel          | Classe E/E <sub>A</sub> Channel | Classe F/F <sub>A</sub> Channel | Classe I/II Channel            |
|---------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| $H = 105 - F * X - C * Y$ | $H = 105 - 3^a - F * X - C * Y$ | $H = 105 - 3^a - F * X - C * Y$ | $H = 35 - 3^a - F * X - C * Y$ |

Équation modèle du channel de distribution principal (voir tableau «Équation de liaison de câblage horizontale» à la page 41 pour la définition)

### Restrictions selon le modèle de référence ISO11801-1

- La longueur physique du channel ne doit pas dépasser 100 m
- La longueur physique du câble de distribution principal fixe ne doit pas dépasser 90 m et peut être inférieure en fonction de la longueur des cordons utilisés et du nombre de connexions

# 3. Pré-installation

## Exemples de calculs pour un lien de câblage installé en permanence

### 1) Classe D avec installation Cat. 5e blindée (STP) à température normale

$$H = 109 - FX \Rightarrow 109 \text{ m} - (5 \text{ m} + 5 \text{ m}) \times 1.5 = 94 \text{ m}$$

La liaison fixe par câble maximale autorisée serait théoriquement de 94 m, mais doit être réduite à 90 m pour respecter les normes.

### 2) Classe E<sub>A</sub> avec installation Cat. 6<sub>A</sub> non-blindée (UTP) à une température ambiante de 35°C

$$H = 106 - 3 \text{ a} - FX - CY \Rightarrow 106 \text{ m} - 3 \text{ m} - (5 \text{ m} + 5 \text{ m}) \times 1.5 - (15 \text{ m} \times 1.5) = 65.5 \text{ m}$$

$$35^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C} = 15^\circ\text{C} \Rightarrow 15 \times 0.4\% = 6\% \Rightarrow 65.5 \text{ m} / (1.06) = 62 \text{ m} (61.8 \text{ m})$$

Pour ce projet, une longueur maximale de 69 m de câblage fixe est autorisée, avec un câble CP de 15 m maximum et une longueur de câble de connexion de 5 m maximum.

## 3.2.4 Au-delà des restrictions de longueur de la norme

Ce chapitre couvre l'utilisation du câblage R&M pour aller au-delà des modèles de référence typiques des normes, c'est-à-dire en utilisant des câbles qui ne sont pas couverts par la norme, mais qui remplissent les critères de performance ou en allant au-delà des valeurs de référence maximales des normes et en se conformant aux normes par la conception, sur la base de critères de performance individuels et des paramètres d'application de l'IEEE.

### Longueur maximale de l'AWG26

Si vous avez des installations relativement courtes, qui ont des limitations de poids ou un taux de remplissage limité pour les cheminements, l'utilisation d'un câble d'installation AWG 26 est une possibilité. Aujourd'hui, l'utilisation de l'AWG26 est principalement limitée aux installations de centres de données. Actuellement, R&M dispose d'une gamme de câbles AWG26 dans son portefeuille. Le tableau ci-dessous énumère les restrictions de longueur dans une matrice de classes par rapport aux catégories de composants.

| Système R&M           |     | Cat. 6 |      | Cat. 6 blindé |      | Cat. 6 <sub>A</sub> |      |
|-----------------------|-----|--------|------|---------------|------|---------------------|------|
| Topologie             | AWG | PL     | CH   | PL            | CH   | PL                  | CH   |
| Classe E              | 26  | 55 m   | 65 m | 55 m          | 65 m | 55 m                | 65 m |
| Classe E <sub>A</sub> | 26  |        |      |               | 65 m | 55 m                | 65 m |

R&Mfreenet AWG26 longueur horizontale maximale

- PL: Permanent Link
- CH: Channel
- AWG: American Wire Gauge – Code pour le diamètre du fil monobrin ou multibrins.

*Le câble d'installation AWG 26 permet de gagner 25 à 30 % d'espace et de poids par rapport au câble d'installation AWG 23. Ce gain doit prendre en considération une restriction de longueur pour la liaison permanente et le channel de 55 m et 65 m respectivement.*

## Longueurs de channel étendues IEEE

La philosophie des normes est d'avoir des directives qui couvrent les installations quotidiennes et couvrent la plupart des technologies utilisées de manière générique. Cependant, il existe des exigences d'installation qui sortent parfois du champ d'application de la norme. L'une de ces situations est lorsque vous devez connecter un appareil au réseau dont la longueur de connexion est supérieure à 100 m.

Il est possible d'utiliser les paramètres de l'application IEEE pour vérifier si un lien prendra toujours en charge une certaine application. Le tableau ci-dessous vous donne un aperçu des longueurs de liens prises en charge par le système de câblage R&M*freenet*. Ces liens devront être mesurés en channel et non en PL.

| Longueurs effectives Channel * | AWG 23                    | AWG 22                    | Loomed AWG 23             |
|--------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 1000 Base-T                    | $H = 115 - F * X - C * Y$ | $H = 120 - F * X - C * Y$ | $H = 110 - F * X - C * Y$ |
| 10GBase-T                      | $H = 112 - F * X - C * Y$ | $H = 115 - F * X - C * Y$ | $H = 106 - F * X - C * Y$ |
| Classe E                       | $H = 111 - F * X - C * Y$ | $H = 115 - F * X - C * Y$ | $H = 105 - F * X - C * Y$ |
| Classe E <sub>A</sub>          | $H = 110 - F * X - C * Y$ | $H = 115 - F * X - C * Y$ | $H = 104 - F * X - C * Y$ |

\*Il s'agit des longueurs de câbles droits, c'est-à-dire le câblage fixe installé plus le cordon de raccordement, et le cordon CP s'il est présent.  
La longueur électrique sera comprise entre 1,75 %(paire12) et 5 %(paire36) pour AWG22, +/- 1 % de plus pour AWG23 et +/- 6,88 % pour AWG23 Loomed.

R&M*freenet* IEEE Longueurs de channel étendues IEEE (voir tableau «Équation de liaison de câblage horizontale» à la page 41 pour la définition)

R&M*freenet* dispose d'un câble spécialement conçu pour que, même si ces distances sont trop courtes, notre câble R823885 R&M*freenet* S/FTP Classe EA 105m LSRZH AWG22 puisse vous garantir la distance suivante

| Longueurs effectives Channel* | R823885                   |
|-------------------------------|---------------------------|
| Classe E <sub>A</sub>         | $H = 120 - F * X - C * Y$ |

R&M*freenet* Longueur horizontale maximale IEEE pour câble personnalisé (voir tableau «Équation de liaison de câblage horizontale» à la page 41 pour la définition)

# 3. Pré-installation

## Longueur Courte supportée par système Cat. 6<sub>A</sub>

Lors de la création de la nouvelle édition de la norme ISO/IEC 11801, le groupe d'experts a utilisé certaines longueurs minimales et maximales pour calculer la performance minimale des composants. Le système R&Mfreenet System prend en charge des liens et channels plus courts. Le tableau suivant est indépendant du type de câble R&M, c'est-à-dire qu'il concerne tous les câbles R&M U/UTP, U/FTP, F/UTP et S/FTP. Il est toutefois dépendant du connecteur et vous trouverez ci-dessous les restrictions de longueur minimale de connecteurs Cat. 6<sub>A</sub>.

| Module R&Mfreenet Cat. 6 <sub>A</sub> ISO | Câblage fixe | Cordon CP | Cordon cross connect | Cordon de brassage / Équipement |
|---|--------------|-----------|----------------------|---------------------------------|
| 2 connecteurs PL 2 m                      | 2 m          | NA        | NA                   | NA                              |
| 3 connecteurs PL 4 m                      | 2 m          | 2 m       | NA                   | NA                              |
| 3 connecteurs CH 6 m                      | 2 m          | 2 m       | NA                   | 2*1 m                           |
| 4 connecteurs CH 7 m                      | 2 m          | 2 m       | 1 m                  | 2*1 m                           |

R&Mfreenet Cat. 6<sub>A</sub> ISO longueur horizontale minimale

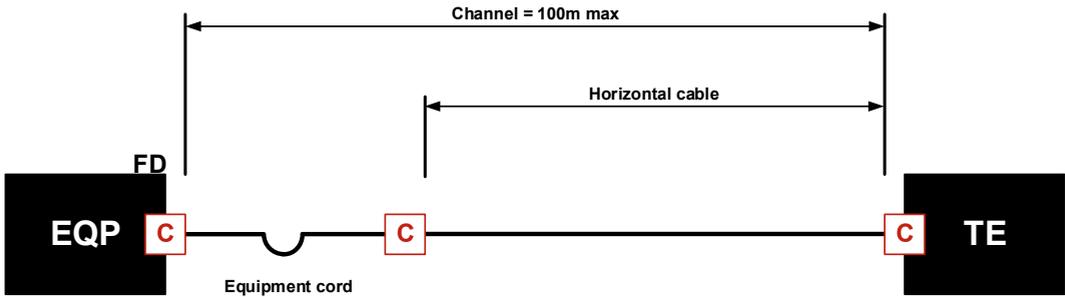
| Module R&Mfreenet Cat. 6 <sub>A</sub> | Câblage fixe | Cordon CP | Cordon cross connect | Cordon de brassage / Équipement |
|---------------------------------------|--------------|-----------|----------------------|---------------------------------|
| 2 connecteurs PL 5 m                  | 5 m          | NA        | NA                   | NA                              |
| 3 connecteurs PL 15 m                 | 10 m         | 5 m       | NA                   | NA                              |
| 3 connecteurs CH 14 m                 | 5 m          | 5 m       | NA                   | 2*2 m                           |
| 4 connecteurs CH 19 m                 | 5 m          | 5 m       | 5 m                  | 2*2 m                           |

R&Mfreenet Cat. 6<sub>A</sub> EL longueur horizontale minimale

## Autres modèles de connecteurs

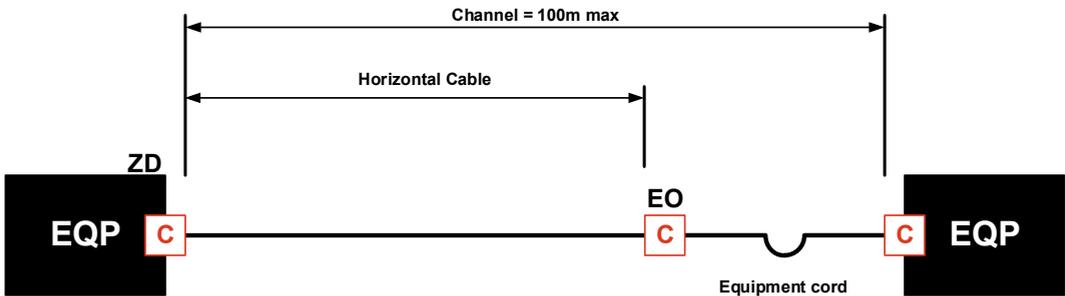
### Un connecteur - Modular Plug Terminated Link (MPTL)

La configuration à un seul connecteur se retrouve dans les connexions directes CATV ou accès sécurisé, lorsqu'il n'y a pas de place ou de désir d'installer une prise. Dans ce cas, le câble fixe installé se termine à une extrémité directement sur une fiche, par exemple FM45, et avec un module du côté du panneau de brassage.



LAN Modèle un connecteur

Une autre utilisation pourrait être trouvée dans un DC lorsque les serveurs sont directement représentés dans le rack de distribution de zone où ils sont connectés aux commutateurs actifs.



DC Modèle un connecteur

#### Équation d'implémentation

Classe D Channel  
Composants Cat. 5e

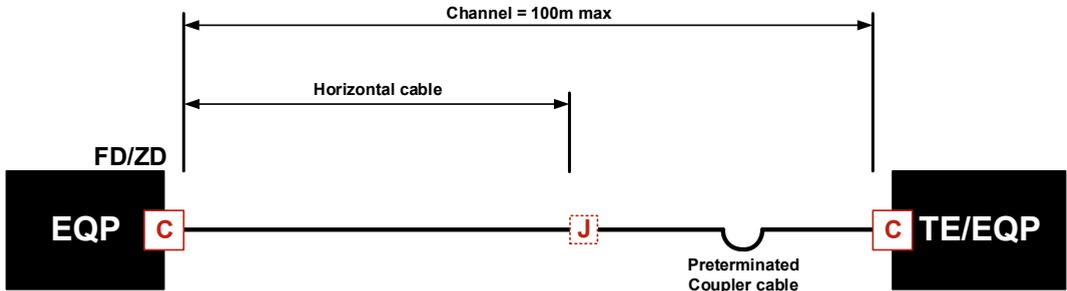
$$H = 109 - F \cdot X$$

Classe E/E<sub>A</sub> Channel  
Cat. 6/Cat. 6<sub>A</sub>

$$H = 107 - 3^a - F \cdot X$$

Equation modèle un connecteur (voir tableau «Équation de liaison de câblage horizontale» à la page 41 pour la définition)

### 3. Pré-installation



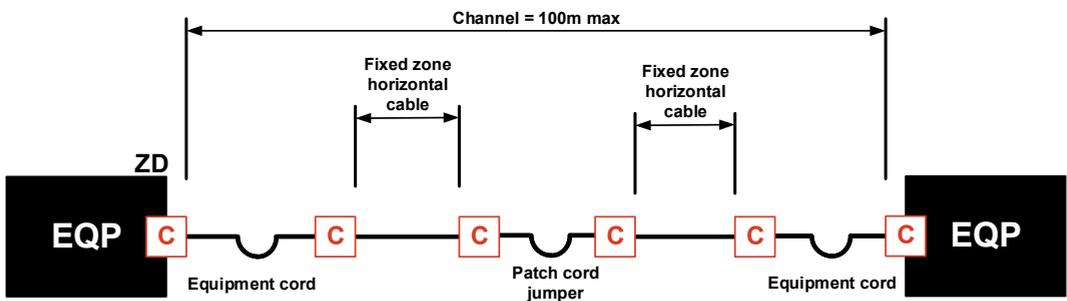
OC/DC - Modèle à 1 connecteur MPTL avec coupleur -câble

| Équation d'implémentation              |   |
|--|---|
| Classe D Channel<br>Composants Cat. 5e | Classe E/E <sub>A</sub> Channel<br>Cat. 6/Cat. 6 <sub>A</sub> |
| $H = 109 - F \cdot X$                  | $H = 107 - 3^a - F \cdot X$                                   |

Equation modèle un connecteur (voir le tableau "Équation du lien de câblage horizontal" à la page 41 pour la définition)

#### Modèle interconnect Back to back

Ce concept peut être trouvé dans des bâtiments plus petits, où le backbone est également réalisé avec un câble de données à paire torsadée en cuivre, ou des DC où le câblage de distribution de zone et la distribution de zone sont liés.



Modèle BtB interconnect

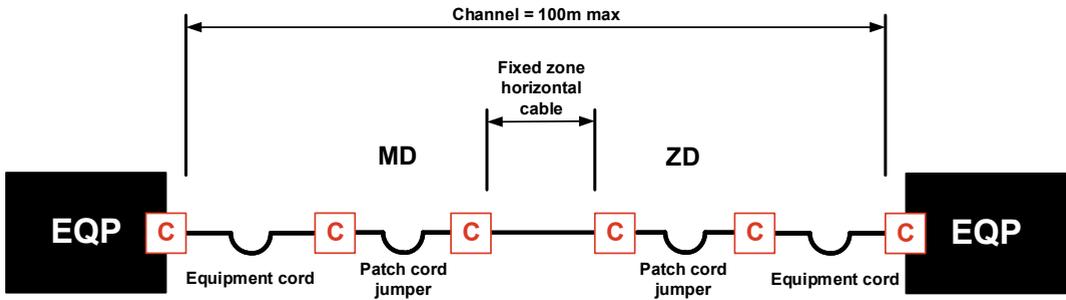
| Équation d'implémentation |                                 |                                 |
|---------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Classe D Channel          | Classe E/E <sub>A</sub> Channel | Classe F/F <sub>A</sub> Channel |
| $H = 109 - F \cdot X$     | $H = 107 - 3^a - F \cdot X$     | $H = 107 - 2^a - F \cdot X$     |

Equation modèle BtB (voir tableau «Équation de liaison de câblage horizontale» à la page 41 pour la définition)

Dans cette configuration spécifique, la distance minimale pour le câblage horizontal est de 15 m.

### Modèle Cross connect – interconnect – cross connect

Cela peut se produire lors de la représentation de l'équipement actif dans le distributeur de zone ou dans le distributeur principal. La connexion entre le ZD et le MD est un câble horizontal fixe.



Modèle Cross-inter-cross connection

| Équation d'implémentation |                                 |                                 |
|---------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Classe D Channel          | Classe E/E <sub>A</sub> Channel | Classe F/F <sub>A</sub> Channel |
| $H = 109 - F \cdot X$     | $H = 107 - 3^a - F \cdot X$     | $H = 107 - 2^a - F \cdot X$     |

Equation modèle Cross-inter-cross (voir tableau «Équation de liaison de câblage horizontale» à la page 41 pour la définition)

Cette configuration ne peut être utilisée qu'en combinaison avec le module R&M *freeenet* Cat. 6<sub>A</sub> ISO. La restriction de longueur minimale pour chaque partie de la liaison est de 2 m.

## 3. Pré-installation

### 3.2.5 Module de couplage Cat. 6A, coupleur de câble Cat.6A et kit de connexion RJ45

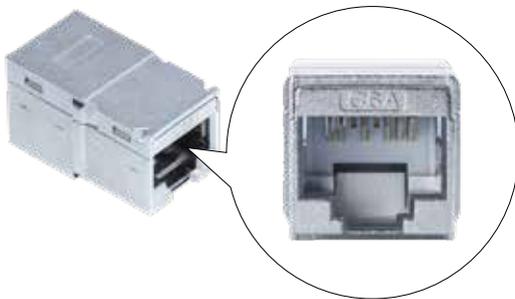
La variété des applications et les temps de changement nécessitent des approches supplémentaires pour permettre la connexion de périphériques réseau actifs et passifs dans un très petit espace. par exemple. connexion de caméras de surveillance, de points d'accès WLAN, de points de consolidation et de connexions croisées ou pour certaines applications bureautiques comme la Desk Box.

#### Module coupleur Cat. 6<sub>A</sub>

Le module coupleur a été développé pour être flexible, ce qui lui permet d'être utilisé dans de nombreuses applications différentes. Il permet aux services d'être connectés avec des cordons de raccordement standard à l'arrière des panneaux de brassage.

Le service connecté est alors accessible depuis l'avant de la baie de brassage au moyen du module coupleur. Le module coupleur est donc particulièrement adapté aux composants de réseau qui ont leurs interfaces à l'arrière. Cela réduit le risque d'erreurs de continuité, les distances entre les panneaux de brassage et les câbles de connexion spéciaux avec un plug d'un côté et une prise de l'autre. Sur le marché industriel, les modules coupleurs sont utilisés pour les connexions point à point depuis l'interface réseau (NI) vers l'îlot d'automatisation, la machine ou vers le distributeur intermédiaire (ID).

Selon l'application, la liaison est mesurée comme PL3 si un seul module coupleur est utilisé et comme channel si deux modules coupleurs sont utilisés.



## Coupleur de câbles

Le coupleur de câbles du système de câblage R&M *freeenet* permet de prolonger les câbles ou de poser des boîtes de jonction avec un minimum d'effort ou de coût. D'autres applications incluent le partage de câbles ou le remplacement d'une section de câble endommagée. La technologie IDC bien connue et éprouvée garantit une connexion rapide et fluide du câble sans outils spéciaux. Le coupleur de câble convient aux fréquences de transmission jusqu'à 500 MHz. Le coupleur de câbles est protégé par le boîtier de connexion RCB.

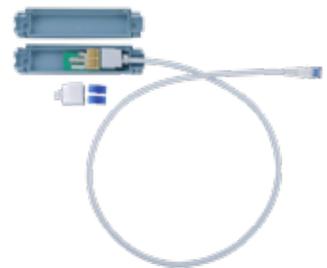
Le coupleur de câble n'a aucune influence sur les performances de la liaison et est normalement mesuré comme une liaison permanente.



## Kit de connexion RJ45

Toutes les connexions ne peuvent pas être réalisées avec notre connecteur FM45 montable sur site. Des problèmes peuvent survenir lorsqu'un dispositif nécessite une connexion RJ45 directe et que le boîtier ou l'espace autorisé pour effectuer la connexion est limité, ne permettant pas l'utilisation d'un connecteur FM45. Solution: R&M résout le défi au moyen de câbles de brassage déjà assemblés sur un côté d'un coupleur de câble.

Le kit de connexion peut être mesuré en tant que partie d'un MPTL ou en tant que partie d'un channel.



### Bureau

Conception ouverte des postes de travail avec des dispositifs électroniques



### Installations fixes

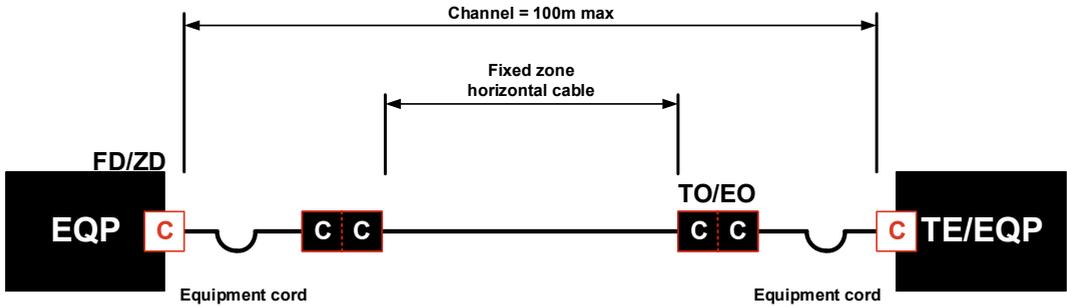
L'installation peut être préparée jusqu'au point de raccordement, puis le montage final peut être effectué dans les plus brefs délais.



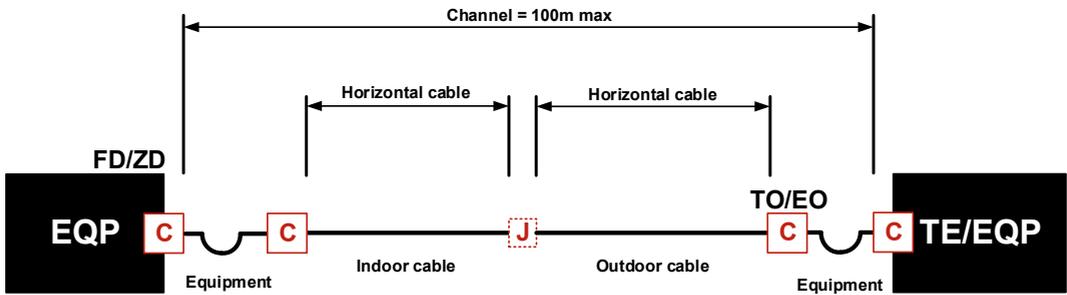
### Automatisation des bâtiments

Mise en service souple et rapide des machines et des systèmes.

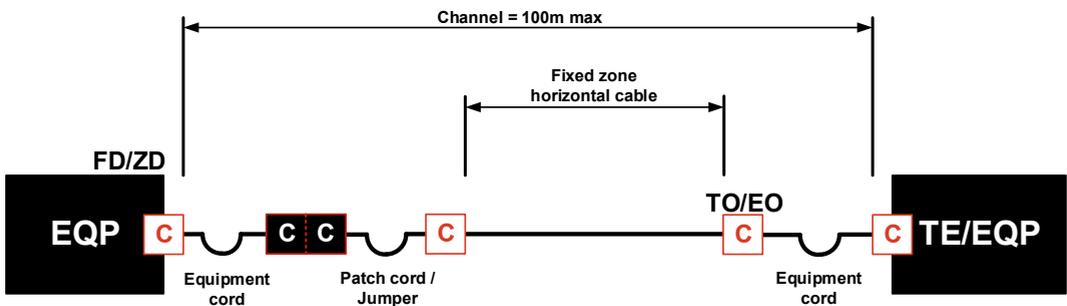
# 3. Pré-installation



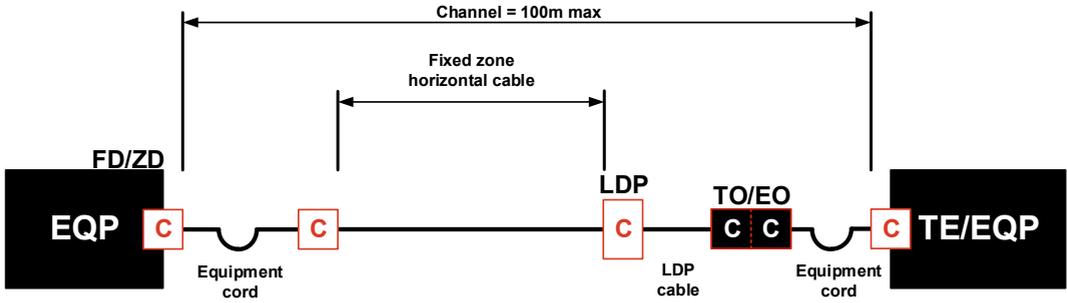
Modèle Interconnect TO/EO avec coupleur RJ45



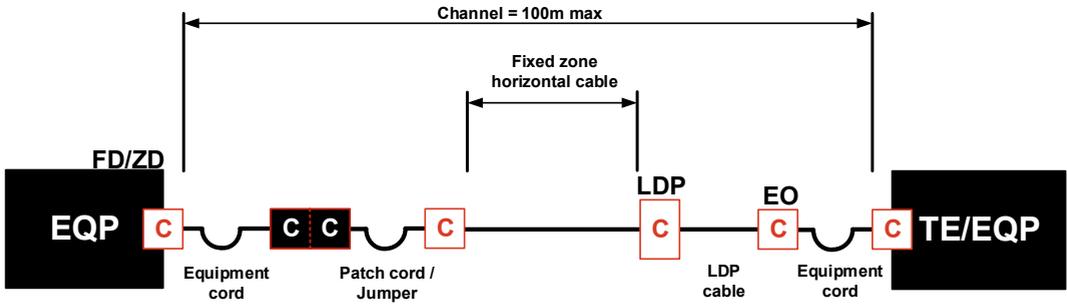
Couplage PL intérieur / extérieur MTPL avec coupleur de câbles



Modèle Cross connect TO / EO avec coupleur RJ45



Modèle Interconnect LDP EO avec coupleur RJ45



Modèle Cross connect LDP EO avec coupleur RJ45

### 3.2.5 Distances entre les câbles de données et les câbles électriques

#### Exigence générale

Respectez l'espacement minimum des câbles électriques, comme indiqué dans le tableau "Séparation minimum S selon EN 50174-2" à la page 56. Ce tableau énumère l'espacement minimum, A, entre les câbles de données et les câbles d'alimentation (conformément à la norme EN 50174-2:2018), qui doit être maintenu pour garantir que les effets des émissions de bruit électromagnétique sont maintenus au minimum.

#### Remarques

1. Les conditions locales peuvent nécessiter l'utilisation d'autorisations plus importantes que celles énumérées ici.
2. Un espace minimum de 130 mm doit être maintenu entre les câbles de données et les supports de lampe tels que les lampes au néon, à incandescence et à décharge (par exemple, les lampes à vapeur de mercure).
3. Les systèmes UTP destinés à supporter le 10 G Base-T nécessitent des dégagements nettement plus importants que ceux prévus par la norme EN 50174-2. Il est recommandé de laisser un minimum de 300 mm entre les câbles de données 10 G Base-T et les câbles d'alimentation.
4. Il est recommandé de maintenir les autorisations minimales ci-dessus. Le non-respect de ces distances peut entraîner un risque de couplage de bruit EMI qui n'est pas détecté lors des tests.
5. Dans les cas où il est difficile de maintenir ces valeurs cibles (par exemple pour les systèmes de cloisons modulaires), les câbles de données peuvent être acheminés plus près des lignes d'alimentation des prises de courant si les conditions suivantes sont remplies.
  - a. Des cheminements parallèles jusqu'à 5 m de long sont autorisés, si un dégagement de 25 mm peut être assuré en utilisant des entretoises ou d'autres moyens appropriés. Si nécessaire, le dégagement sur une longueur maximale de 150 mm peut être inférieur à 25 mm, tant que les câbles ne se touchent pas.
  - b. Des cheminements parallèles jusqu'à 9 m de long sont autorisés, si un dégagement de 50 mm peut être assuré. Le dégagement sur une longueur pouvant atteindre 300 mm peut être inférieur à 50 mm, tant que les câbles ne se touchent pas.
  - c. Si plusieurs câbles doivent être acheminés dans un espace particulièrement exigü, essayez au moins de disposer les câbles de sorte que le même câble de données ne soit pas acheminé directement à côté des câbles d'alimentation sur toute la distance..
6. Les tableaux électriques et les armoires de distribution des câbles de données doivent être situés dans des pièces différentes si possible. L'espacement entre les armoires de distribution et les tableaux électriques ne doit jamais être inférieur à 1 m.

## Dégagements aux sources d'émission de bruit

Les sources ordinaires de champs électromagnétiques ne posent normalement pas de problème pour les câbles blindés. Par mesure de précaution, installez les câbles (à l'exception des câbles à fibres optiques) aussi loin que possible de ces sources d'émission de bruit - à au moins 1 m de distance. Un couplage de bruit peut également se produire si des câbles de données sont acheminés à proximité de sources à haute fréquence telles que des dispositifs de transmission (antennes, lignes de transmission, émetteurs et autres dispositifs rayonnants, installations radar, certains équipements industriels tels que des radiateurs à induction à haute fréquence, des soudeurs de fréquence, testeurs d'isolement, moteurs électriques puissants, ascenseurs). Le dégagement aux structures et équipements du bâtiment doit être conforme aux réglementations nationales et locales.

## Effet sur les tests

Les tensions parasites peuvent interférer avec et altérer les résultats des mesures sur le terrain ou parfois permettre de falsifier les tests des systèmes de câblage de données. Veillez à ce que ces influences extérieures ne se produisent pas. Si l'équipement de test signale la présence de tensions parasites, essayez d'éliminer ces tensions en coupant les sources de bruit possibles (UPS, appareils électroniques en série, etc.). Ces tensions parasites auront également un effet négatif notable sur le fonctionnement sans erreur du réseau.

## Séparation des câbles et ségrégation

Les exigences minimales de séparation entre les câbles des technologies de l'information et le câblage d'alimentation électrique peuvent être calculées selon la norme EN 50174-2:2018 de la manière suivante :



**A** = S\*P

**A** Ségrégation entre câble de données et câble électrique

**S** Séparation minimale voir tableau ci-dessous

**P** Facteur de câblage électrique voir [page 56](#)

# 3. Pré-installation

## Règles de séparation minimales pour les câbles STP, UTP et asymétriques

| Câble de technologie de l'information    |                      |                              |                      |                                    |                                  |
|--|----------------------|------------------------------|----------------------|------------------------------------|----------------------------------|
| Blindé                                   |                      | non blindé                   |                      | Coaxial/Twin axial                 | Classification de la ségrégation |
| Atténuation de couplage @ 30MHz à 100MHz |                      | TCL @ 30MHz à 100MHz         |                      | Atténuation écran @ 30MHz à 100MHz |                                  |
| dB                                       | Catégorie            | dB                           | Catégorie            | dB                                 |                                  |
| >= 80 <sup>a</sup>                       | 7, 7 <sub>A</sub>    | >= 70 - 10*lg f              |                      | >= 85 <sup>d</sup>                 | d                                |
| >= 55 <sup>b</sup>                       | 5, 6, 6 <sub>A</sub> | >= 60 - 10*lg f              |                      | >= 55                              | c                                |
| >= 40                                    |                      | >= 50 - 10*lg f <sup>c</sup> | 5, 6, 6 <sub>A</sub> | >= 40                              | b                                |
| < 40                                     |                      | < 50 - 10*lg f               |                      | < 40                               | a                                |

- a Le câble répondant à la norme EN 50288-4-1 (EN 50173-1, catégorie 7) répond à la classification de ségrégation "d".
- b Câbles répondant aux normes EN 50288-2-1 (EN 50173-1, Catégorie 5) et EN 50288-5-1 (EN 50173-1, Catégorie 6) répondant à la classification de ségrégation "c".  
Ces câbles peuvent fournir une performance de la classification de ségrégation "d" à condition que les exigences d'atténuation de couplage pertinentes soient également respectées.
- c Les câbles répondant aux normes EN 50288-3-1 (EN 50174-1, catégorie 5) et EN 50288-6-1 (EN 50173-1, catégorie 6) répondent à la classification de ségrégation "b".  
Ces câbles peuvent fournir une performance de la classification de ségrégation "c" ou "d" à condition que les exigences TCL pertinentes soient également respectées.
- d Les câbles conformes à la norme EN 50117-4-1 (EN 50173-1, catégorie BCT-C) répondent à la classification "d".

Classification des câbles de technologie de l'information selon la norme EN 50174-2

| Confinement appliqué aux technologies de l'information ou au câblage d'alimentation électrique |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|
| Classification de la ségrégation   | Séparation sans barrière électromagnétique | Confinement métallique ouvert <sup>a</sup> | Confinement métallique perforé <sup>b, c</sup> | Confinement métallique solide <sup>d</sup> |
| d  | 10mm                                       | 8mm  | 5mm  | 0mm  |
| c  | 50mm                                       | 38mm                                       | 25mm   | 0mm  |
| b  | 100mm                                      | 75mm                                       | 50mm   | 0mm  |
| a  | 300mm                                      | 225mm                                      | 150mm  | 0mm  |

- a Performances écran (0 MHz à 100 MHz) équivalentes à celles d'un panier en acier à mailles soudées de 50 mm x 100 mm (à l'exclusion des échelles).  
Cette performance est également obtenue avec un plateau en acier (goulotte sans couvercle) d'une épaisseur de paroi inférieure à 1,0 mm et plus de 20 % de surface perforée également répartie.
- b Performances écran (0 MHz à 100 MHz) équivalentes à celles d'un plateau en acier (goulotte sans couvercle) d'une épaisseur de paroi de 1,0 mm et d'une surface perforée répartie de manière égale sur 20 % au maximum.  
Cette performance est également obtenue avec des câbles d'alimentation blindés qui ne répondent pas aux performances définies dans la note<sup>d</sup>.
- c La surface supérieure des câbles installés doit se trouver au moins 10 mm en dessous du haut de la barrière.
- d Performances écran (0 MHz à 100 MHz) équivalentes à celles d'un conduit en acier de 1,5 mm d'épaisseur. La séparation spécifiée s'ajoute à celle fournie par tout diviseur/barrière.

Séparation minimale S selon EN 50174-2

## Exigences de séparation entre le câblage métallique et les sources spécifiques d'EMI

| Sources de perturbation              | Séparation minimale (mm) |
|--------------------------------------|--------------------------|
| Lampes fluorescentes                 | 130 <sup>a</sup>         |
| Lampes au néon                       | 130 <sup>a</sup>         |
| Lampes à vapeur de mercure           | 130 <sup>a</sup>         |
| Lampes à décharge à haute intensité  | 130 <sup>a</sup>         |
| Soudeurs à l'arc                     | 800 <sup>a</sup>         |
| Chauffage par induction de fréquence | 1000 <sup>a</sup>        |
| Équipement hospitalier               | b                        |
| Émetteur radio                       |                          |
| Émetteur de télévision               |                          |
| Radar                                |                          |

- a Les distances minimales peuvent être réduites si des systèmes de gestion des câbles appropriés sont utilisés ou si des garanties sont données par le fabricant.
- b Lorsqu'il n'y a pas de garanties du fabricant, une analyse des interférences possibles doit être effectuée, par exemple la gamme de fréquences, les harmoniques, les transitoires, les impulsions, la puissance émise, etc..

Exigences de séparation entre le câblage métallique et les sources EMI spécifiques selon la norme EN 50174-2

### Exceptions pour les bureaux uniquement

#### Assouplissement conditionnel de l'exigence

- Lorsque les exigences ne sont pas pertinentes, aucune séparation n'est requise lorsque:
  - le câblage informatique est spécifique à l'application (aux applications) et l'application (les applications) supporte un assouplissement de la ségrégation zéro
  - toutes les conditions suivantes sont remplies :
- les conducteurs de puissance:
  - ne forment que des circuits monophasés;
  - fournissent un courant total non supérieur à 32 A ;
  - comprenent un circuit et sont maintenus à proximité immédiate (par exemple dans une gaine globale ou torsadés, collés ou groupés) ;
- La classification environnementale pour le câblage des technologies de l'information est conforme à la norme E1 de la norme EN 50173-1 ;
- Les câbles informatiques répondent aux exigences des classifications de ségrégation "b", "c" ou "d" conformément au tableau "Classification des câbles informatiques selon la norme EN 50174-2".

## 3. Pré-installation

### 3.2.6 Alimentation à distance – PoE, PoE+ et 4PPoE

L'alimentation à distance via un câblage structuré s'est développée rapidement au cours des 15 dernières années. La puissance transmissible est passée d'un modeste 15W à un 90W attendu sur l'appareil alimenté. La norme pour 4PPoE (IEEE 802.3bt) a été ratifiée début 2018. R&M a déjà examiné les effets de cette charge de courant accrue sur le câblage réseau dans un premier livre blanc ([voir le livre blanc «4PPoE - Paramètres pour la planification du réseau» sur www.rdm.com](#)) et suit de près la prochaine étape dans l'évolution de la consommation d'énergie à distance. Les conditions d'utilisation des terminaux sont en train de changer. Dans le passé, les appareils alimentés par PoE utilisaient rarement la puissance maximale ou pendant une période relativement courte. Exemple typique: l'alignement et la mise au point d'une caméra IP. Une fois qu'il a atteint la position correcte, il revient en mode de transmission pure. Ainsi, la consommation moyenne est restée relativement faible. Cependant, les nouvelles applications nécessitent des performances électriques maximales à long terme. Des courants élevés circulent 24h / 24, 7 jours sur 7 (fonctionnement 24h/7). Les exemples incluent les systèmes d'éclairage LED en réseau (par ex. l'éclairage connecté) dans les immeubles de bureaux modernes (bâtiments numériques) ou les panneaux publicitaires LED et panneaux d'information à commande numérique (signalisation numérique).



030.5742

#### Un exemple typique

La question se pose de savoir si les composants réseau actifs et passifs sont conçus pour cette charge continue. Comment les courants élevés affectent-ils la qualité du réseau de données à long terme? Comment les utilisateurs peuvent-ils contrer les éventuels inconvénients dès le départ? Les fabricants de périphériques réseau ont déjà réagi aux nouvelles exigences. Une nouvelle génération de commutateurs peut fournir une puissance élevée sur tous les ports simultanément et en continu. Un exemple est la gamme Cisco Catalyst Digital Building CDB-8x. Ces commutateurs peuvent fournir jusqu'à 60 W par port en continu. Même sans ventilateur pour assurer le refroidissement. Cela modifie également la charge sur les composants réseau passifs. Ce qui suit s'applique à la technologie de câblage, de distribution et de connexion: ce qui pourrait encore être géré sous des charges de pointe occasionnelles devient rapidement un handicap lorsqu'il est soumis à des charges continues.

030.5887



## Que faut-il prendre en compte lors de la planification de l'alimentation à distance ?

Les faisceaux de câbles chauffent à cause de courants élevés. C'est un effet naturel de l'alimentation à distance. Des températures de câble plus élevées réduisent le budget d'atténuation et donc, dans certaines circonstances, la longueur maximale possible de la liaison. Mais lorsque l'on planifie avec prévoyance, les experts maîtrisent facilement cet aspect. Le calculateur de PoE R&M fournit une aide à cet égard. L'outil de planification "4PPoE - Paramètres pour la planification des réseaux" est disponible sur [www.rdm.com](http://www.rdm.com).

### Production de chaleur de l'alimentation à distance

La séquence physique d'une application PoE est traçable : Plus le courant est élevé dans un fil de cuivre et plus sa section est petite, plus il est chaud. La construction typique d'un câble garantit qu'un conducteur n'est jamais seul.

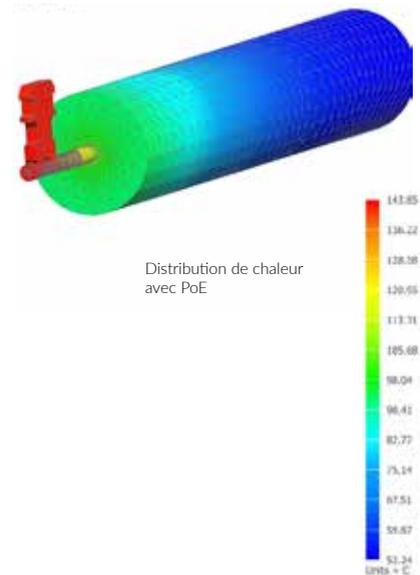
La chaleur totale d'un câble dépend d'autres facteurs:

- Conception du câble
- Nombre de câbles dans le faisceau de câbles
- le type d'installation - à ciel ouvert ou dans un conduit d'installation
- convection d'air ou ventilation forcée

Ces effets doivent être considérés de manière différenciée. Les spécifications techniques telles que ISO / IEC TS 29125 utilisent des modèles de calcul qui divisent l'augmentation de température en deux étapes:

- augmentation de la température dans le faisceau de câbles
- augmentation de la température du faisceau de câbles par rapport à l'environnement

Ces modèles peuvent être utilisés pour calculer la chaleur attendue pour le câble le plus chaud dans un faisceau. La normalisation est toujours en évolution, cependant, ce n'est pas le modèle lui-même qui est en discussion, mais la pondération des effets par le choix des coefficients. Ces coefficients sont modifiés jusqu'à ce que les valeurs de simulation correspondent aux mesures réelles effectuées. Des températures plus élevées augmentent également la résistance du cuivre et donc l'atténuation de la transmission du signal, ce qui réduit la longueur effective de la liaison. L'échauffement du câble par la transmission de courant peut augmenter l'atténuation d'un câble à un point tel que la transmission de données devient impossible.



050.6451

### 3. Pré-installation

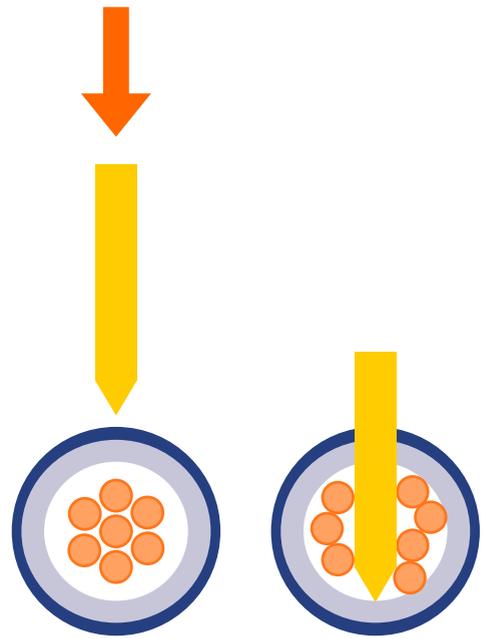
#### Technologie de connexion IPC vs IDC

La technologie de connexion des installations d'alimentation à distance est importante pour les connexions entre les différents noyaux et contacts. La sécurité durable du fonctionnement et des bâtiments pour les applications PoE et les réseaux à haute disponibilité ne peut être obtenue qu'en sélectionnant la technologie de terminaison appropriée. Les âmes des câbles en cuivre sont souvent connectées à des connecteurs RJ45 par des contacts à perçement (Insulation Piercing Contact, IPC). Cette technologie comporte un risque considérable. Dans le cas de l'IPC, une plaque de contact (non élastique) est pressée à travers le fil toronné. Les brins individuels sont situés à l'extérieur du contact. Ils peuvent établir un bon contact initial.

Les mesures d'assurance qualité prises par les fabricants garantissent un travail solide. Cependant, seule la résistance de la gaine plastique extérieure permet de maintenir efficacement la pression de contact. L'isolant presse les brins extérieurs contre la surface de contact. On s'attend à ce que ce câblage soit permanent. Cependant, il n'existe pas de mécanisme supplémentaire robuste qui assure un contact stable et durable.

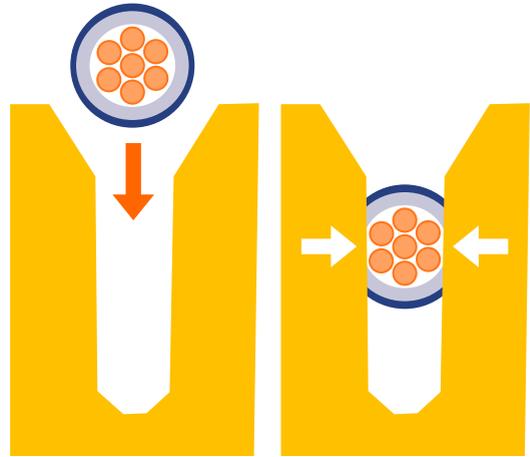
- En fait, le contact est progressivement perdu à cause de:
- Symptômes liés à l'âge et à la fatigue de l'isolant
- Charges mécaniques sur le connecteur
- Processus de croissance et de rétrécissement thermique des conducteurs

La résistance de contact augmente continuellement et de manière imprévisible. Avec une charge de courant due au PoE, la température de la zone de contact augmente. Une charge de température plus élevée détériore davantage le contact : la résistance de contact augmente de manière exponentielle. Finalement, la connexion échoue. Toute la fiche peut surchauffer et s'autodétruire.



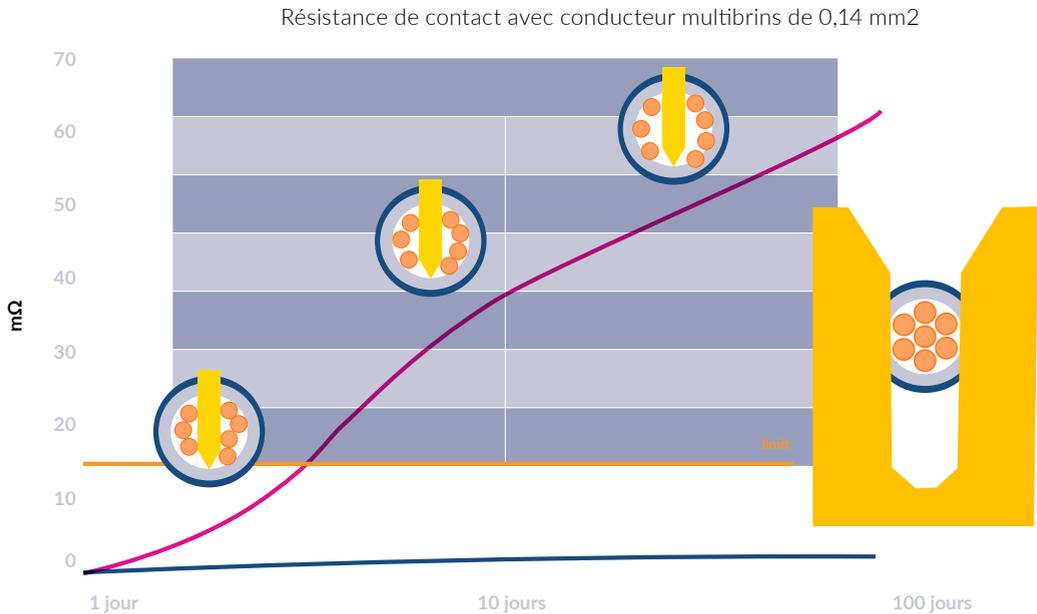
Contact IPC

L'alternative à l'IPC s'appelle : Contact à déplacement d'isolant (IDC). Avec l'IDC, le noyau de cuivre est mécaniquement serré entre les deux pattes d'un contact à ressort comme illustré ici. Les deux moitiés du contact coupent l'isolant et appuient ensuite sur le fil de manière à le fusionner. Elles assurent ainsi un contact sûr et stable. Le contact est assuré sur le brin en cas d'une contrainte externe. Le fil ne peut pas bouger!



Contact IDC

De plus, les contacts IDC s'avèrent résistants aux vibrations, à l'humidité, à la poussière et aux gaz et donc protégés contre la corrosion lorsqu'ils sont correctement conçus. La résistance de contact d'une connexion IDC ne change que légèrement au fil du temps et se stabilise par la suite. Cela a été démontré par des séries de tests et des décennies d'expérience dans le laboratoire R&M. Une connexion IDC garantit donc une connexion fiable à long terme. La figure ci-dessous montre le comportement de résistance d'une connexion de perçage et de déplacement d'isolant au vieillissement artificiel dans une chambre climatique.



Comportement de résistance

### 3. Pré-installation

R&M utilise cette technologie de déplacement d'isolant depuis des décennies. Depuis 2000, il est également utilisé pour les connecteurs RJ45 des cordons de brassage R&M. R&M est le seul fabricant à utiliser la technologie IDC dans les connecteurs pour la production commerciale de cordons de brassage.

Cela rend ces cordons de brassage idéaux pour une utilisation dans les systèmes PoE. Le câblage se caractérise par une résistance de contact stable, fiable et faible. À cela s'ajoute le système international d'assurance qualité exemplaire de R&M, que chaque produit doit traverser. R&M garantit qu'il n'y aura pas de mauvaises surprises tout au long de la durée de vie d'un cordon de brassage.

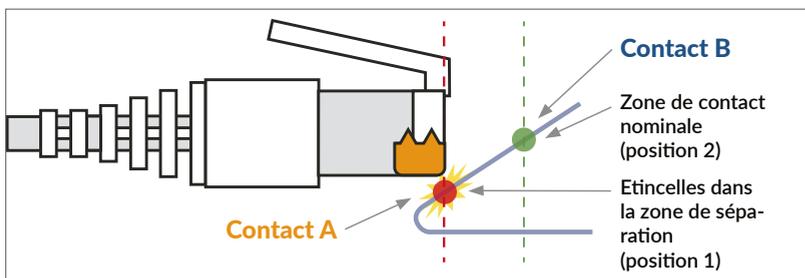


Insert de fiche RJ45

**Note:** Pour les cordons de brassage R&M*classic*, la prise en charge des applications PoE est exclue de la garantie système R&M*freenet* de 25 ans et de la garantie applicative à vie

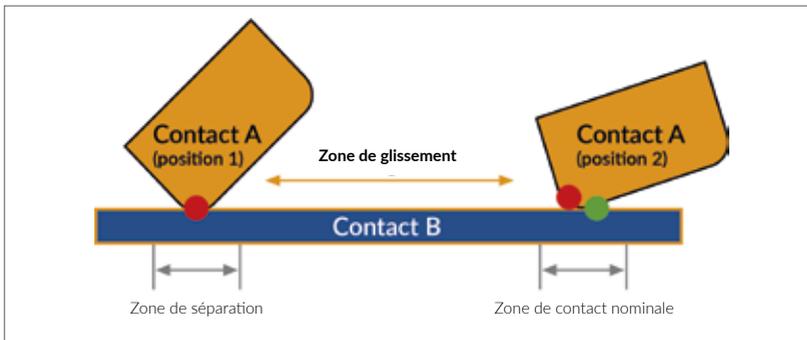
#### Conception de contact

Une étincelle se produit lorsqu'un contact sous tension est ouvert ou fermé. Par exemple, avec l'alimentation par Ethernet (PoE), si le connecteur LAN est déconnecté pendant le fonctionnement. L'effet électrique peut s'expliquer par les inductances sur le trajet du courant : Le courant ne change pas brusquement, il "veut juste continuer à circuler". En principe, des étincelles peuvent également se produire pendant l'insertion. Avec Power over Ethernet, cela ne pose cependant pas de problème, car le dispositif d'alimentation électrique "négocie" avec les appareils terminaux à alimenter. L'électronique du bloc d'alimentation électrique détermine par mesure de résistance si le dispositif terminal peut accepter le PoE et, si c'est le cas, à quelle classe de puissance il appartient. Ce n'est qu'alors que le courant correspondant circule. Avec la nouvelle alimentation par Ethernet à 4 paires (4PPoE) d'une puissance maximale de 100 W, il peut s'agir d'un courant d'un ampère maximum par paire de fils. Cependant, l'électronique des appareils actifs ne peut pas anticiper le moment où quelqu'un retirera le connecteur du réseau local. Dans ce cas, le débranchement a lieu sous charge, ce qui provoque l'étincelle de rupture (figure ci-dessous), qui génère un plasma à des températures extrêmement élevées, pouvant endommager localement le contact de la fiche et de la prise. Au microscope, la "brûlure" apparaît souvent sous la forme d'un cratère dans le matériau de contact. Le contact est rétabli lorsque l'appareil est rebranché. La qualité du contact et donc la sécurité de la transmission des données, en revanche, ne sont plus données à ce stade. Vous pouvez utiliser les instructions d'utilisation pour spécifier que l'alimentation électrique du réseau local est coupée avant la déconnexion. Dans la pratique, cependant, il y aura toujours quelqu'un qui se contentera de débrancher la prise.



Étincelle lors de la déconnexion sous charge

R&M a conçu les contacts des connecteurs RJ45 et les languettes à ressort plaquées or des modules de connexion de manière à ce que les points de déconnexion soient aussi éloignés que possible de la zone de contact nominale. Une fois branchés, ils n'interfèrent pas avec la transmission des données. La fiche ne devient pas chaude en raison de la charge PoE. R&M recommande à tous les planificateurs et installateurs de réseaux compatibles PoE de prêter attention à ces critères, même s'ils ne figurent pas nécessairement dans les fiches techniques des fabricants. R&M a étudié de manière approfondie les effets du PoE sur le connecteur, en particulier les dommages causés par les étincelles, et a également contribué à la normalisation de cet effet. Cela a permis d'introduire le concept de surface de contact nominale. Pendant le processus de branchement, le point de contact entre les contacts A et B se déplace le long de la surface des contacts du premier point de contact (zone de connexion / déconnexion) au point de contact final (zone de contact nominale).



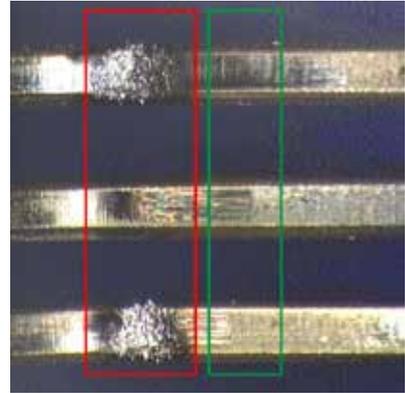
Point de contact de déplacement pendant le processus d'enfichage

Ces deux zones sont séparées par la figure de la zone de glissement ci-dessus: La conception des connecteurs modulaires illustrée ici, qui est décrite dans la norme IEC 60603-7, doit garantir que la zone dans laquelle le contact est interrompu et où des étincelles peuvent se produire est séparée de la zone dans laquelle le contact entre la fiche et la prise est établi en fonctionnement normal (zone de contact nominale). Cependant, plus la puissance lors de la séparation est élevée, plus la destruction du contact dans la zone de séparation est importante. En façonnant intelligemment les contacts de la prise, R&M a réussi à maximiser la zone de glissement de la prise et de la fiche. Cela rend les composants R&M RJ45 particulièrement adaptés à une utilisation en 4PPoE.

De nombreux fabricants de testeurs conseillent désormais d'utiliser un test PoE séparé, mais ce n'est qu'un test d'équilibre de résistance et ne donne pas une image fidèle de la capacité des systèmes testés à gérer l'alimentation sur le système de câblage structuré. Afin d'assurer une prise en charge réussie du système des applications PoE, il doit y avoir une conception appropriée (à l'aide de notre calculateur PoE), un câblage de haute qualité et des connecteurs de la plus haute qualité dans le système. R&M peut garantir le bon fonctionnement des applications PoE grâce à l'utilisation de produits de qualité éprouvée. Ces produits approuvés et adaptés spécifiquement aux applications PoE, reçoivent un label pour souligner leur conformité à ces applications.

# 3. Pré-installation

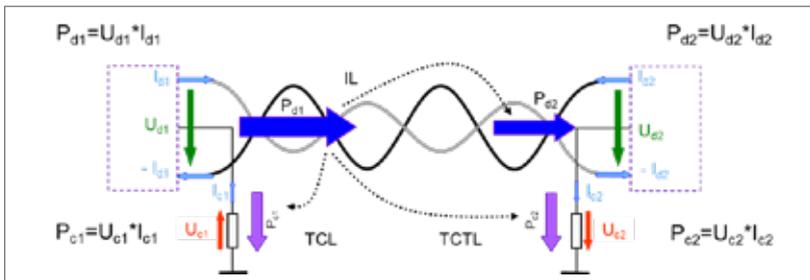
Les dommages n'affectent pas la zone de contact. La zone de contact nominale (verte) est clairement séparée



Good contact design

## 3.2.7 L'importance des critères de test TCL pour les cordons de brassage

- La symétrie ou TCL (Transverse Conversion Loss) est un paramètre important pour assurer les performances du câblage. Il montre à quel point la transmission différentielle fonctionne dans le câblage.
- TCL influence d'autres paramètres via des mécanismes de couplage complexes, des spécifications de composants TCL insuffisantes peuvent réduire les réserves NEXT du canal ou même générer des erreurs NEXT.
- Les spécifications de la norme TCL pour les câbles blindés ne prennent pas en charge les exigences des channels 10 Gbase T. Les channels de câblage peuvent avoir un NEXT défectueux, bien que le PL et les câbles de raccordement soient conformes à toutes les spécifications.
- Des spécifications de câble de raccordement plus strictes et des réserves NEXT suffisantes dans la liaison permanente peuvent assurer les performances NEXT du channel
- Des cordons de brassage blindés Cat. 6 et Cat. 6<sub>A</sub> et câbles CP doivent être spécifiés pour les fréquences supérieures à 100 MHz avec TCL grade 2
- Les liaisons permanentes blindées Classe E et Classe E<sub>A</sub> doivent être spécifiées avec autant de réserve NEXT que possible pour créer des réserves pour les câbles de raccordement conformes aux normes avec TCL Grade 1.



Influence TCL

### 3.2.8 Blindé contre non-blindé

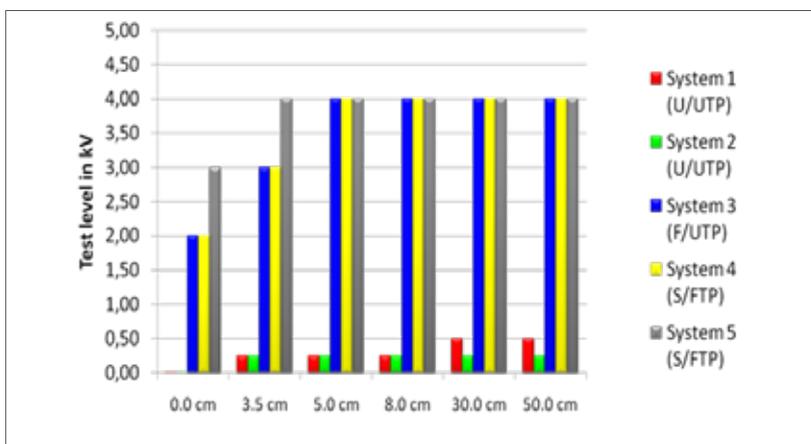
L'introduction du 10 GBase-T a eu une influence significative sur le choix du câblage. La sensibilité accrue de la transmission 10 GBase-T par rapport à la transmission 1000 Base-T est devenue clairement visible dans le câblage non blindé dans l'immunité contre les interférences extérieures. Pour assurer le fonctionnement du 10 GBase-T, il ne suffit pas de prêter attention au seul blindage, mais il faut tenir compte des conditions ambiantes et choisir les composants du câblage en conséquence. L'atténuation de couplage peut servir de paramètre de comparaison qualitatif pour le comportement CEM du câblage.

En résumé, des études ont montré que le 10 GBase-T peut être utilisé sans problème dans toutes les classes environnementales lorsqu'on utilise un câblage blindé. En effet, plus la qualité de l'écran est bonne, plus le rayonnement est faible et meilleure est l'immunité du câblage contre les interférences extérieures.

Le câblage non blindé, en revanche, ne peut être utilisé qu'en dehors de la zone de résidence et avec des mesures de protection supplémentaires pour l'utilisation du 10 GBase-T. Au sein de l'UE, il ne peut être utilisé en dehors de la zone d'habitation que dans des zones de travail dédiées (bureaux, centres informatiques, etc.).

Mesures de protection supplémentaires pour réduire les interférences extérieures:

- Séparation minutieuse des câbles de données et d'alimentation électrique ou des sources d'interférence (distance minimale entre les câbles de données et d'alimentation électrique : 30 cm)
- Utilisation d'un système de chemin de câbles métallique pour les câbles de données
- Empêcher les appareils de communication sans fil de fonctionner à proximité du câblage
- Prévention des décharges électrostatiques par des mesures de protection connues de la production électronique



Rayonnement CEM

## 3. Pré-installation

Pour la décision entre un câblage blindé ou non blindé pour le 10 GBase-T, les influences et les dépenses des mesures de protection supplémentaires et des restrictions opérationnelles doivent également être prises en compte.

Le câblage blindé doit être utilisé dans les environnements industriels (classes E2 et E3). Dans les environnements industriels difficiles (E3), il est nécessaire d'utiliser un écran S-FTP avec un écran tressé, et une mise à la terre double face du câblage doit être utilisée si possible.

Le câblage non blindé ne doit pas être utilisé dans les espaces de vie.

Dans les bureaux et centres de données avec câblage non blindé, les mesures de protection supplémentaires susmentionnées doivent être prescrites.

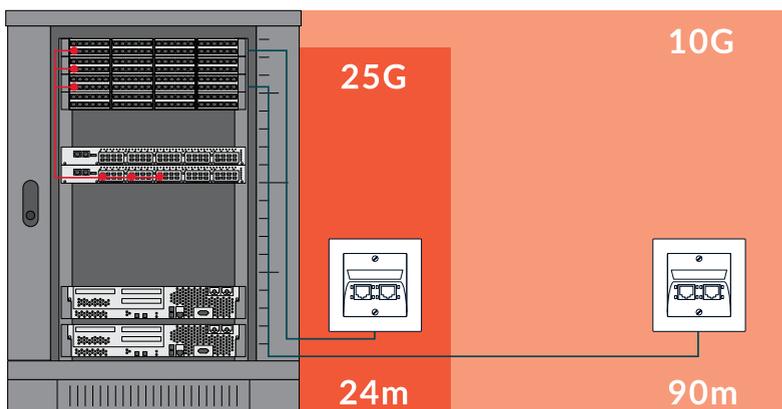
### 3.2.10 Test d'installation de Classe E<sub>A</sub> selon ISO/IEC TR11801-9905

L'ISO TR11801-9905 spécifie les exigences pour permettre à un système conforme à la Category 6<sub>A</sub> de prendre en charge l'application IEEE 25GBase-T. Chez R&M, nous reconnaissons cette étape importante et avons développé les directives suivantes pour répondre aux exigences en utilisant des composants R&M et pouvons également fournir une garantie qui reconnaît ces systèmes de nouvelle génération.



En suivant les protocoles d'installation standard et en respectant les restrictions de longueur citées dans la norme ISO TR11801-9905, un système composé de composants R&M spécifiquement reconnus peut recevoir l'approbation de garantie unique «25G Ready» ainsi que la garantie standard ISO 11801 Class E<sub>A</sub>.

- Mise à niveau de l'installation de Classe E<sub>A</sub>
- Vitesse dépendant de la longueur
- Combinaison: module Cat.6<sub>A</sub> /s et câble Cat.7<sub>A</sub> S/FTP requis
- Selon ISO/IEC TR11801-9905
- Garantie système R&Mfreenet
- Liens de Classe E<sub>A</sub> prêts pour les générations futures WAP et DAS



Restrictions de longueur 25G-ready

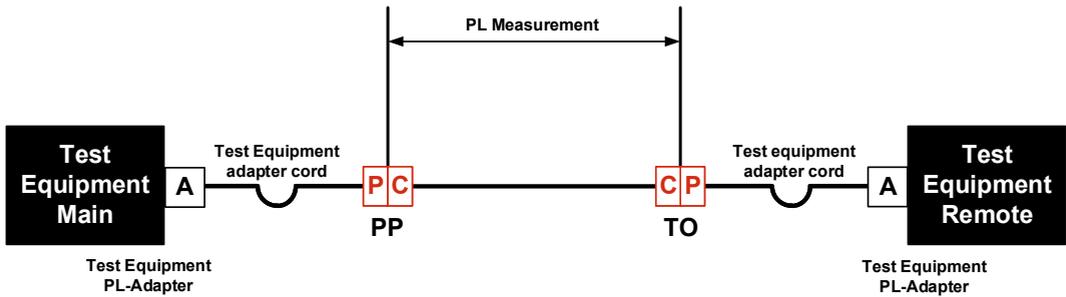
# 3. Pré-installation

## Procédure de vérification pour le 25G Ready

Valable pour les composants marqués du symbole "25G READY".

### Étape 1:

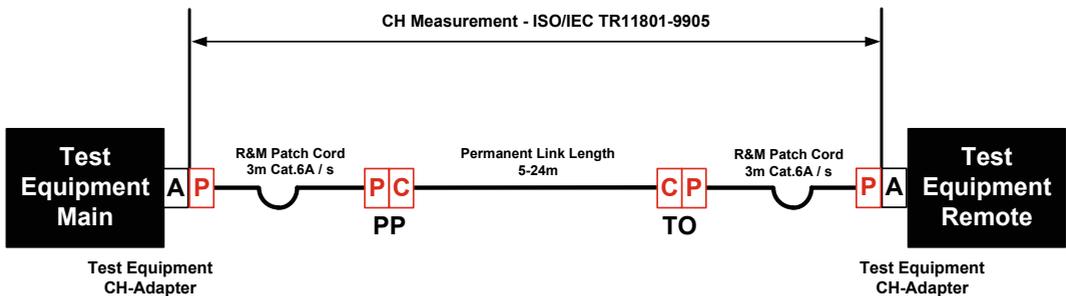
Liens permanents mesurés selon la norme ISO/IEC 11801 Classe E<sub>A</sub>



Exemple de test PL

### Étape 2 pour les liens 5 - 24 m :

Mesure du Channel selon ISO/IEC TR11801-9905



Exemple de test 25G

Pour la vérification d'un système "25G Ready", seuls les produits portant la mention "25G Ready" doivent être utilisés. Tout d'abord, le système doit passer le test du système ISO 11801 Classe E<sub>A</sub>, puis une mesure de channel selon la norme ISO/IEC TR11801-9905 peut être effectuée. (Veuillez vérifier que l'appareil de test a la possibilité de tester pour cette application spécifique).

Ce test channel doit être effectué en utilisant le cordon de mesure R&M spécifié ci-dessus.

### Categorie 8

Pour connaître les dernières procédures de test conseillées pour les systèmes R&M de classe I / catégorie 8.1, veuillez consulter nos informations en ligne à l'adresse [www.rdm.com](http://www.rdm.com)

### 3.2.9 Catégorie 8

En raison de la prévalence des applications RJ45 et de la compatibilité rétroactive totale avec les systèmes de câblage existants, qui est trompeuse pour ne mentionner qu'une seule catégorie, R&M a décidé d'offrir la catégorie 8.1 - en d'autres termes, de conserver l'approche RJ45 qui a fait ses preuves. Seul le modèle à deux connecteurs peut être mis en œuvre dans l'environnement de la catégorie 8. La longueur autorisée du lien permanent (PL) avec la catégorie 8.x peut être dérivée de la longueur électrique maximale du canal de transmission (canal, 32 m) moins la longueur (LPC) et le type de cordons de raccordement utilisés.

Cela peut être calculé comme suit :  $L_{PL} = 32 - L_{PC} * X_{PC}$

Où LPL = longueur maximale du lien permanent et LPC = longueur combinée de tous les cordons de brassage dans le channel. Le facteur XPC dépend du type de cordon de raccordement : AWG22/23 : 1, AWG24 : 1,25, AWG26 : 2

Les deux comités de normalisation ISO/IEC SC25 et TIA TR42 ont spécifié les longueurs maximales des éléments de câblage. Malheureusement, celles-ci varient selon le comité :

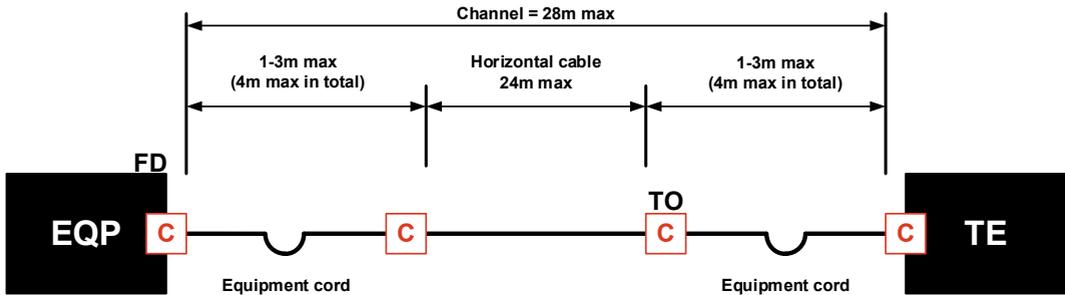
|   | ISO & IEC  | TIA       | Recommandation R&M |
|---|------------|-----------|--------------------|
| Permanent Link                          | 5 m – 26 m | Max. 24m  | 5 m – 24 m         |
| Longueur totale des cordons de brassage | 2 m – 4 m  | Max. 6 m  | 2 m – 4 m          |
| Longueur électrique du channel          | Max. 32 m  | Max. 32 m | Max. 32 m          |
| Longueur mécanique du channel           | Max. 30 m  | Max. 30 m | Max. 28 m          |

Restrictions de longueur pour la classe I / Cat. 8

### 3. Pré-installation

L'adhésion aux spécifications de R&M garantit que toutes les spécifications des deux familles de normalisation sont respectées même si différents types de cordons de brassage (AWG 26 - 22) sont utilisés en fonctionnement.

Schématiquement, un channel de catégorie 8.1 peut être représentée comme suit :



Représentation schématique de Cat. 8.1 avec spécification de la longueur

Un câble d'installation AWG22 de type 8.1 SF/UTP ou F/UTP ainsi que de type 8.2 S/FTP ou F/FTP est désigné pour être utilisé pour le PL. Il n'existe pas de variante purement non blindée possible en raison de la fréquence de 2000 MHz. Des cordons de brassage blindés de type 8.x peuvent être connectés à ce PL. Si un cordon de brassage a une longueur supérieure à 2 m, la longueur totale des cordons de brassage utilisés doit être coordonnée afin de garantir qu'un total de 4 m ne soit pas dépassé.

Les noms utilisés pour désigner les composants de la catégorie 8 peuvent parfois prêter à confusion et être peu clairs. Mais la division est facilement et rapidement clarifiée grâce à une matrice de vue d'ensemble. Fondamentalement, le TIA ne traite pas des classes de transmission. Contrairement à l'ISO/IEC, il n'y a pas de distinction entre la catégorie de composant et la classe de liaison. En outre, l'ISO/IEC reconnaît les catégories supplémentaires Cat. 7 et Cat. 7A. Cependant, il n'y a pas d'applications de données pour les classes de transmission correspondantes F et FA.

| Norme                      | ANSI / TIA   | ISO / IEC                                  | ISO / IEC                 | Caractéristiques R&M                              |
|----------------------------|--|--|---------------------------|---|
| Désignation des composants | Cat. 8   | Cat. 8.1                                   | Cat. 8.2                  |   |
| Désignation du lien        | Cat. 8   | Class I                                    | Class II                  |   |
| Câbles d'installation      | F/UTP, or x/FTP, AWG22 à AWG24, diamètre max. 9 mm | F/UTP, SF/UTP ou x/FTP, diamètre max. 9 mm | x/FTP, diamètre max. 9 mm | Exclusivement S/FTP, AWG22 disponible, max. 2 GHz |
| Modules                    | RJ45   | RJ45                                       | GG45 or TERA              |   |
| Cordons de brassage        | Blindé AWG26 à AWG22, diamètre max. 8 mm           | Blindé AWG26 à AWG22                       | Blindé AWG26 à AWG22      | Exclusivement S/FTP, AWG26 disponible, max. 2 GHz |
| Connecteurs                | RJ45   | RJ45                                       | ARJ45 ou TERA             |   |

R&M system environment

Exigences en matière de composants pour les normes

Les exigences relatives aux câbles d'installation de la catégorie 8.1 ont été définies pour une construction x/UTP. Toutefois, pour des raisons techniques, ces câbles ne sont pas encore disponibles. Les câbles de la catégorie 8.1 ont été définis pour une construction x/UTP. 8.2 sont cependant disponibles et techniquement sophistiqués. Chaque câble de Cat. 8.2 satisfait également aux exigences de la catégorie 8.1. Une construction S/FTP qui n'atteint que les câbles de cat. 8.1, et non de cat. 8.2, serait susceptible de présenter des déficits techniques inhérents. C'est pourquoi R&M ne propose que des câbles de Cat. 8.2, même dans un système de classe I.

### Utilisation dans le centre de données

En ce qui concerne le câblage des centres de données, on peut supposer que l'adaptation dépend principalement des prix et de la disponibilité des équipements terminaux. En principe, il existe deux applications générales pour les centres de données, le haut du rack (ToR) et la fin de la rangée (EoR), qui sont à l'origine du développement de la catégorie 8.

### 3. Pré-installation

#### Catégorie 8.1 également dans l'environnement LAN

Les points d'accès pour le WiFi6 et les systèmes d'antennes distribuées pour la 5G font passer les besoins en bande passante au-delà de 10Gbit/s dans un avenir proche. Le matériel de transmission à 25Gbit/s est déjà en cours de développement. Une structure de câblage adaptée est nécessaire pour cette application dès aujourd'hui. On peut supposer sans risque que le Cat. 8.1 trouvera son chemin dans l'environnement LAN lorsque la variante 25 GBase-T sera lancée. Les fréquences de transmission de 1 600 MHz requises pour un débit de données de 40 Go/s limitent la longueur de liaison possible à 24 mètres en raison des valeurs d'atténuation élevées du câblage à ces fréquences. À 10 GB/s et 400 MHz, cette longueur est supérieure à 90 m. Les estimations pour 25 GB/s et 1 000 MHz suggèrent une longueur de liaison atteignable de 50 m. Cette longueur atteignable est examinée plus en détail dans le rapport technique de la norme ISO/IEC TR11801-9909. Avec une longueur de liaison réalisable de 50 m, environ 60 % de toutes les liaisons requises peuvent être réalisées dans l'environnement LAN. Cela fait du Cat. 8.1 une solution réalisable pour le LAN.



030.5985

## 3.3 Fibre

### 3.3.1 Normes relatives aux fibres

Les normes définissent la différence entre le channel et le lien permanent. De toutes façons, le calcul de la perte d'insertion du channel n'est pas impacté, mais sont définies la détermination des limites de mesure et la procédure de test.

Ce chapitre aborde les calculs de budget pour différents types de lien. Le chapitre "Post-installation" détaille les critères de tests et les définitions des limites acceptables de mesure.

#### Standards Application Fibre optique

Les applications ci-dessous sont définies dans la norme ISO/IEC 11801-. Les valeurs indiquées présument que les liens de l'installation soient réalisés avec le même type de fibre.

| Applications IEEE prises en charge par MMF (fibre multimode) |                      |                       |                   |
|--|----------------------|-----------------------|-------------------|
| Application  | Longueur d'onde (nm) | Atténuation Max. (dB) | Longueur Max. (m) |
| 10Base-FL&FB   | 850                  | 6.80                  | 1514              |
| 100Base-FX   | 1300                 | 6.00                  | 2000              |
| 1000Base-SX  | 850                  | 3.56                  | 550               |
| 1000Base-LX  | 1300                 | 2.35                  | 550               |
| 10GBase-LX4  | 1300                 | 2.00                  | 300               |
| 10GBase-LRM  | 1300                 | 1.90                  | 220               |
| 10GBase-SR   | 850 OM3[OM4]         | 2.60[2.90]            | 300[400]          |
| 40GBase-SR4  | 850 OM3[OM4]         | 1.90[1.50]            | 100[150]          |
| 100GBase-SR4   | 850 OM3[OM4]         | 1.80[1.90]            | 70[100]           |
| 100GBase-SR10  | 850 OM3[OM4]         | 1.90[1.50]            | 100[150]          |
| 1 Gbit/s FC  | 850 OM3              | 2.62                  | 500               |
| 2 Gbit/s FC  | 850 OM3              | 3.31                  | 300               |
| 4 Gbit/s FC  | 850 OM3[OM4]         | 2.88[2.95]            | 380[400]          |
| 8 Gbit/s FC  | 850 OM3[OM4]         | 2.04[2.19]            | 150[190]          |
| 16 Gbit/s FC   | 850 OM3[OM4]         | 1.86[1.95]            | 100[125]          |
| 32 Gbit/s FC   | 850 OM3[OM4]         | 1.75[1.86]            | 70[100]           |

Applications IEEE supportées par MMF (ISO/IEC 11801-1)

# 3. Pré-installation

| Applications IEEE prises en charge par SMF (fibre monomode) |                      |                       |                   |
|---|----------------------|-----------------------|-------------------|
| Application   | Longueur d'onde (nm) | Atténuation Max. (dB) | Longueur Max. (m) |
| 1000Base-LX   | 1310                 | 4.56                  | 2000              |
| 10GBase-LX4   | 1310                 | 6.20                  | 2000              |
| 10GBase-ER  | 1310/1550            | 10.90                 | 2000              |
| 10GBase-LR  | 1310                 | 6.20                  | 2000              |
| 40GBase-LR4   | 1310                 | 6.70                  | 2000              |
| 40GBase-FR  | 1310/1550            | 4.00                  | 2000              |
| 100GBase-LR4  | 1310                 | 6.30                  | 2000              |
| 100GBase-ER4  | 1310/1550            | 18.00                 | 2000              |
| 1 Gbit/s FC   | 1310                 | 7.80                  | 2000              |
| 2 Gbit/s FC   | 1310                 | 7.80                  | 2000              |
| 4 Gbit/s FC   | 1310                 | 4.80                  | 2000              |
| 8 Gbit/s FC   | 1310                 | 6.40                  | 2000              |
| 16 Gbit/s FC  | 1500                 | 6.40                  | 2000              |
| 32 Gbit/s FC  | 1310                 | 6.40                  | 2000              |

Applications IEEE supportées par SMF (ISO/IEC 11801-1)

## Normes relatives aux connecteurs

Contrairement aux connecteurs RJ45 qui ont un genre (mâle pour les plugs et femelle pour les jacks), les connecteurs optiques n'ont en général pas de genre. Les fiches optiques ont une férule recevant en son centre l'extrémité de la fibre et l'aboutement des fibres de chaque fiche se fait par l'intermédiaire d'une traversée équipée d'un cylindre en céramique. Une connexion optique sera ainsi composée d'une fiche, d'une traversée et d'une autre fiche. Les fibres à l'extrémité de chaque férule doivent être précisément alignées de manière à éviter les pertes optiques (IL) et les réflexions (Return Loss). Cette précision dépendra principalement des tolérances dimensionnelles des férules et de la qualité du montage de la fibre dans la fiche.

Les diamètres de cœur de fibre de 9 et 50 microns et le diamètre de férule de 1.25 ou 2.5 mm sont difficilement contrôlables sur site sans appareillage spécifique.

On peut bien sûr vérifier que la lumière passe dans une connexion optique avec une source lumineuse, les paramètres tels que Perte d'insertion, Return Loss ou stabilité mécanique sont déterminés par les données du fabricant.

| Connecteur  | Type                             | Standard    | Info  |
|---|----------------------------------|-------------|---|
|    | ST<br>2.5 mm MMF,<br>MF PC       | IEC 61754-2 | Ce connecteur à verrouillage par baïonnette est le premier connecteur PC (1996). Sa robustesse légendaire fait qu'il est toujours utilisé dans le domaine industriel notamment. ST veut dire «Straight Type».   |
|    | SC<br>2.5 mm MMF,<br>SMF PC, APC | IEC 61754-4 | Ce type de connecteur carré avec un verrouillage de type push/pull (SC est l'abréviation de Square Connector ou Subscriber Connector). Son faible encombrement lui permet d'être installé dans des applications à haute densité. Ce connecteur, bien qu'assez ancien, est encore largement utilisé dans les applications Telecom grâce à ses excellentes propriétés optiques. La version Duplex est largement utilisée dans les applications LAN. |
|  | MPO MMF,<br>SMF PC, APC          | IEC 61754-7 | Le MPO (Multi path Push-On) repose sur une fêrulle en plastique contenant en général 12 ou 24 fibres. Il existe même en configuration 72 fibres. Ce connecteur multifibre est très compact, mais son inconvénient réside dans le fait qu'il est difficile à monter – montage atelier uniquement.  |

Types de connecteurs FO - partie 1

### 3. Pré-installation

| Connecteur  | Type  | Norme        | Info   |
|---|---|--------------|--|
|  | E2000TM,<br>LSH<br>2.5 mm MMF,<br>SMF PC, APC | IEC 61754-15 | <p>Ce connecteur a été développé par la société Diamond SA pour des applications LAN et CATV. Il est fabriqué sous licence en Suisse par 3 industriels. L'extrémité de la fiche est munie d'un volet protégeant la fêrulle de la poussière et des agressions mécaniques par frottement, mais aussi assure une protection des yeux en empêchant le rayon lumineux de sortir. Le verrouillage est obtenu par le biais d'un levier. Ce connecteur a été le premier à obtenir les spécifications performances grade A.</p>   |
|  | LC<br>1.25 mm MMF,<br>SMF PC, APC             | IEC 61754-20 | <p>Ce connecteur fait partie des dernières générations de connecteurs compacts. Il a été développé par la société Lucent (LC veut dire Lucent Connector). Sa construction repose sur l'utilisation d'une fêrulle 2 fois plus petite de 1.25 mm de diamètre. Un LC duplex a la même dimension qu'un SC simplex. Il permet donc des intégrations dans des environnements très denses demandés dans les data centers. Son utilisation est très fréquente du fait de l'adoption de cette interface par tous les fabricants d'actifs. Ses performances sont cependant inférieures à celles du E-2000 ou du SC-RJ.</p> |

Types de connecteurs FO - partie 2

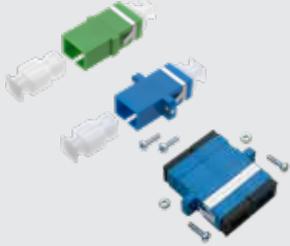
| Connecteur  | Type                                | Norme        | Info  |
|---|-------------------------------------|--------------|---|
|  | SC-RJ<br>2,5 mm MMF,<br>SMF PC, APC | IEC 61754-24 | <p>Ce connecteur comprend 2 fiches SC dans un encombrement de RJ45.</p> <p>Ses 2 férules de 2.5 mm sont plus robustes que des férules de 1.25 mm.</p> <p>Ce connecteur compact appelé SC-RJ est doté de performances optiques et mécaniques très élevés. Son spectre d'utilisation est très vaste ; du grade A au grade M, avec de la fibre mono-mode, multimode ou plastique POF, en applications WAN et LAN , en environnement labo ou extérieur.</p> <p>En extérieur, il est utilisé dans une coquille IP67.</p> |

Types de connecteurs FO - partie 3

# 3. Pré-installation

| Connecteur  | Type   | Norme        | Info  |
|---|--|--------------|---|
|    | ST<br>2.5mm MMF,<br>SMF PC   | IEC 61754-2  | <p>Ce connecteur à verrouillage par baïonnette est le premier connecteur PC (1996).</p> <p>Sa robustesse légendaire fait qu'il est toujours utilisé dans le domaine industriel notamment. ST veut dire «Straight Type».</p>   |
|    | LC<br>1.25 mm MMF,<br>SMF PC,<br>APC Sans bride,<br>Vissable                         | IEC 61754-20 | <p>Ce connecteur fait partie des dernières générations de connecteurs compact. Il a été développé par la société Lucent (LC veut dire Lucent Connector). Sa construction repose sur l'utilisation d'une fêrule 2 fois plus petite de 1.25 mm de diamètre. Un LC duplex a la même dimension qu'un SC simplex.</p> <p>Il permet donc des intégrations dans des environnements très denses demandés dans les data centers. Son utilisation est très fréquente du fait de l'adoption de cet interface par tous les fabricants d'actifs. Ses performances sont cependant inférieures à celles du E-2000 ou du SC-RJ.</p> |
|  | E2000™<br>Compact<br>E2000™<br>2.5 mm MMF,<br>SMF PC,<br>APC Sans bride,<br>Vissable | IEC 61754-15 | <p>Ce connecteur a été développé par la société Diamond SA pour des applications LAN et CATV. Il est fabriqué sous licence en Suisse par 3 industriels. L'intérieur de la traversée comporte 2 volets protégeant la fêrule de la poussière, mais aussi assure une protection des yeux en empêchant le rayon lumineux de sortir. Le verrouillage est obtenu par le biais d'un levier.</p>  |

Types de traversées fibre - partie 1

| Connecteur  | Type  | Norme        | Info  |
|---|---|--------------|---|
|    | SC-RJ<br>2.5 mm MMF,<br>SMF PC,<br>APC Sans<br>bride,<br>Vissable                 | IEC 61754-24 | <p>Ce connecteur comprend 2 fiches SC dans un encombrement de RJ45.</p> <p>Ses 2 férules de 2.5 mm sont plus robustes que des férules de 1.25 mm .</p> <p>Ce connecteur compact appelé SC-RJ est doté de performances optiques et mécaniques très élevés. Son spectre d'utilisation est très vaste ; du grade A au grade M, avec de la fibre monomode, multimode ou plastique POF, en applications WAN et LAN , en environnement labo ou extérieur.</p> <p>En extérieur, il est utilisé dans une coquille IP67.</p> |
|   | SC Simplex,<br>Duplex<br>2.5 mm MMF,<br>SMF PC,<br>APC Sans<br>bride,<br>Vissable | IEC 61754-4  | <p>Ce type de connecteur carré avec un verrouillage de type push/pull (SC est l'abréviation de Square Connector ou Subscriber Connector). Son faible encombrement lui permet d'être installé dans des applications à haute densité. Ce connecteur, bien qu'assez ancien, est encore largement utilisé dans les applications Telecom grâce à ses excellentes propriétés optiques. La version Duplex est largement utilisée dans les applications réseaux locaux.</p>   |
|  | MPO MMF,<br>SMF PC, APC   | IEC 61754-7  | <p>La traversée MPO (Multi path Push-On) est simplement un support de maintien des fiches MPO car elle les accouple directement sans nécessiter des ferules pour chaque extrémité des fibres. Ce type de traversée est remarquable par sa capacité à raccorder très facilement un grand nombre de fibres dans un espace réduit. Mais le niveau de performance souhaité peut être moins bon qu'avec un connecteur monofibre.</p>   |

Types de traversées fibre - partie 2

# 3. Pré-installation

Approuvée en mars 2007, la norme IEC 61753 définit les performances des connecteurs en différents grades (cf tableau ci-dessous). Ce référencement par grade et les méthodes de test préconisées par l'IEC apportent beaucoup plus de clarté pour le concepteur du câblage réseau dans le choix des composants demandés – fiches / pigtaills / jarretières. Ce choix est important pour les performances exigées en environnement Datacenter et Telecom. Cela évite aussi d'utiliser des

connecteurs de performances hétérogènes car spécifiés différemment par chaque constructeur. Ce standard ISO /IEC 61753 définit des niveaux de pertes d'insertion (IL) et de Return Loss maximales. En complément, les standards IEC 61755-3 -1 et IEC 61755-3-2 définissent les paramètres géométriques des fiches. L'interaction de ces 3 standards contribue à définir les bases de compatibilité des connecteurs de différentes sources entre eux en établissant des mesures opposables et vérifiables.

| Performance selon IEC 61753-1 (IL) |                                       |                            |                             |
|------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| Type de connexion                  | Perte d'insertion (IL) valeur typique | Perte d'insertion (IL) 97% |                             |
| <b>Monomode</b>                    |                                       |                            |                             |
| Grade A*                           | ≤ 0.07 dB                             | ≤ 0.15 dB                  |                             |
| Grade B                            | ≤ 0.12 dB                             | ≤ 0.25 dB                  |                             |
| Grade C                            | ≤ 0.25 dB                             | ≤ 0.50 dB                  |                             |
| Grade D                            | ≤ 0.50 dB                             | ≤ 1 dB                     |                             |
| Type de connexion                  | Perte d'insertion (IL) valeur typique | Perte d'insertion (IL) 95% | Perte d'insertion (IL) 100% |
| <b>Multimode</b>                   |                                       |                            |                             |
| Grade Am*                          | ≤ 0.10 dB                             | ≤ 0.25 dB                  | ≤ 0.50 dB                   |
| Grade Bm*                          | ≤ 0.15 dB                             | ≤ 0.15 dB                  | ≤ 0.25 dB                   |

IL connecteur FO

Grade-A\* n'est pas entièrement défini dans IEC 61753-1  
Grade-Am\*/Bm\* n'est pas entièrement défini dans IEC 61753-1

| Performance selon IEC 61753-1 (RL) |  |
|------------------------------------|--|
| Type de connexion                  | Return loss (RL)                       |
| Grade 1                            | ≥ 60dB accouplé<br>≥ 55dB non accouplé |
| Grade 2                            | ≥ 45dB                                 |
| Grade 3                            | ≥ 35dB                                 |
| Grade 4                            | ≥ 26dB                                 |
| Grade 5                            | ≥ 20dB                                 |

RL connecteur FO

Aperçu des critères de performance exigés suivant les grades définis dans la norme IEC 61753.

En théorie, les grades IL (A à D) peuvent être combinés à volonté avec les différents grades définissant le RL (1 à 4). Mais un grade A/4 n'aurait pas de logique ; pour cette raison les combinaisons définies ci-dessous ont le plus de sens. Les combinaisons entre parenthèses sont possibles mais pas recommandées pour autant :

|                    | Grade 1 | Grade 2 | Grade 3 | Grade 4 |
|--------------------|---------|---------|---------|---------|
| Connecteur Grade A | ✓       | ✓       | ✗       | ✗       |
| Connecteur Grade B | ✓       | ✓       | ✗       | ✗       |
| Connecteur Grade C | ✓       | ✓       | ✗       | ✗       |
| Connecteur Grade D | ✗       | ( ✓ )   | ✓       | ( ✓ )   |
| Connecteur Grade M | ✗       | ✗       | ✗       | ✓       |

IL vs RL connecteur FO

Les fiches et les traversées optiques sont définies par un code couleur. Ces couleurs permettent de différencier les types de fibres utilisées et les types de polissage des fiches. Les fiches et traversées multimodes MM sont en général beige. Les fiches et traversées monomodes sont bleu en polissage PC et vert en polissage APC.

### Normes de câbles optiques

Les standards définissent 5 catégories de fibre: OM3, OM4, OM5, OS2, OS1a

| Valeurs ISO 11801-1      | Multimode |      |     |      | Monomode |      |      |      |      |      |
|--------------------------|-----------|------|-----|------|----------|------|------|------|------|------|
|                          | OM3 & OM4 |      | OM5 |      | OS1a     |      |      | OS2  |      |      |
| Longueur d'onde (nm)     | 850       | 1300 | 850 | 1300 | 1310     | 1383 | 1550 | 1310 | 1383 | 1550 |
| Atténuation câble(dB/km) | 3.5       | 1.5  | 3.0 | 1.5  | 1.0      | 1.0  | 1.0  | 0.4  | 0.4  | 0.4  |

Atténuation du câble ISO11801-1

### 3. Pré-installation

| Figures R&Mfreenet                         | Couleur    | Atténuation du câble dB/km |                    | Overfilled launch bandwidth MHz x KM | Overfilled launch bandwidth MHz x KM |
|--|------------|----------------------------|--------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
|  |            | 850 nm<br>1310 nm          | 1300 nm<br>1550 nm | 850 nm<br>1300 nm<br>953 nm          | 850 nm<br>953 nm                     |
| Longueur d'onde MMF<br>Longueur d'onde SMF |            | 850 nm<br>1310 nm          | 1300 nm<br>1550 nm | 850 nm<br>1300 nm<br>953 nm          | 850 nm<br>953 nm                     |
| OM3  | Aqua       | ≤ 3.5                      | ≤ 1.5              | ≥ 1500<br>≥ 500                      | ≥ 2000                               |
| OM4  | Magenta    | ≤ 3.5                      | ≤ 1.5              | ≥ 3500<br>≥ 500                      | ≥ 4700                               |
| OM5  | Lime green | ≤ 3.0                      | ≤ 1.5              | ≥ 3500<br>≥ 500<br>≥ 1850            | ≥ 4700<br>≥ 2470                     |
| OS2 G.652                                  | Yellow     | ≤ 0.4                      | ≤ 0.25             |                                      |                                      |
| OS2 G.657                                  | Yellow     | ≤ 0.4                      | ≤ 0.25             |                                      |                                      |

Perte du câble FO R&Mfreenet

Une fibre de même type peut être utilisée dans des câbles de constructions différentes. La structure de ces câbles est définie par la norme DIN-VDE 0888. La première différence significative est liée au type d'utilisation : Indoor, Outdoor ou Indoor / Outdoor. La deuxième différenciation vient de la structure des câbles ; ceux -ci peuvent être à structure libre ou structure semi-serrée MiniBreakout voire Full Breakout. Les fibres mises dans des tubes structure libre ont un diamètre de 250 microns, chaque tube peut recevoir jusqu'à 24 fibres. Le tube central est entouré de différentes protections mécaniques et

revêtu d'une gaine. Si le câble possède plusieurs tubes, ceux-ci sont enroulés autour d'un membre porteur. La fibre d'un câble Mini Breakout sera entourée d'une protection de 0.9 mm, l'ensemble des brins sera protégé par des mèches d'aramide ou de verre et une gaine. La connexion d'une fiche optique pourra être réalisée directement sur la fibre sans avoir besoin de protection supplémentaire. Un câble Breakout sera plus gros car chacune des fibres de 0.9 mm sera individuellement protégée par des mèches d'aramide/verre. Le tableau "Types de câbles optiques » page 79 recense la gamme proposée.

| Utilisation                       | Intérieure       |                  | Int-/Extérieure      |                      | Extérieure          |                     |                       |                           |                              |
|-----------------------------------|------------------|------------------|----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|---------------------------|------------------------------|
|                                   | Breakout         | Mini-Breakout    | Central Loose Tube   | Stranded Loose Tube  | Central Loose Tube  | Stranded Loose Tube | Central Loose Tube    | Stranded Loose Tube       | Stranded Loose Tube          |
| Description câble<br>DIN-VDE 0888 | I-V(ZN)<br>HH    | I-V(ZN)<br>BH    | I/A-<br>DQ(ZN)<br>BH | I/A-<br>DQ(ZN)<br>BH | A-<br>DQ(ZN)<br>B2Y | A-<br>DQ(ZN)<br>B2Y | A-<br>D(ZN)<br>W2Y    | A-<br>DF(ZN)<br>2YW<br>2Y | A-<br>DF(ZN)<br>YQ(ZN)<br>2Y |
| Nombre de fibres                  | 8-24             | 4-24             | 4-24                 | 12-144               | 4-24                | 12-144              | 6-24                  | 12-96                     | 12-96                        |
| Gaine extérieure                  | FireRes®<br>LSZH | FireBur®<br>LSZH | FireBur®<br>LSZH     | FireBur®<br>LSZH     | LLDPE               | MDPE                | MDPE                  | MDPE                      | HDPE                         |
| Couleur de la gaine               | Green            | Green            | Green                | Green                | Black               | Black               | Black                 | Black                     | Black                        |
| Blindage                          | Aramid           | Glass<br>yarn    | Glass<br>yarn        | Glass<br>yarn        | Glass<br>yarn       | Glass<br>yarn       | Corru-<br>gated steel | Corru-<br>gated steel     | Aramid                       |
| Protection contre<br>les rongeurs | -                | +                | +                    | +                    | ++                  | ++                  | +++                   | +++                       | -                            |
| Câblage tertiaire                 | ✓                | ✓                |                      |                      |                     |                     |                       |                           |                              |
| Bâtiment BB                       |                  | ✓                | ✓                    | ✓                    |                     |                     |                       |                           |                              |
| Campus BB                         |                  |                  |                      |                      | ✓                   | ✓                   |                       |                           |                              |
| WAN                               |                  |                  |                      |                      |                     |                     | ✓                     | ✓                         | ✓                            |
| Trunking                          | ✓                | ✓                |                      |                      |                     |                     |                       |                           |                              |
| Conduits, chemins                 | ✓                | ✓                | ✓                    | ✓                    |                     |                     |                       |                           |                              |
| Colonne montante                  |                  | ✓                | ✓                    | ✓                    |                     |                     |                       |                           |                              |
| Plancher surélevé                 |                  | ✓                | ✓                    | ✓                    |                     |                     |                       |                           |                              |
| Tube vide                         | ✓                | ✓                | ✓                    |                      | ✓                   |                     |                       |                           |                              |
| Conduits                          |                  |                  |                      | ✓                    | ✓                   | ✓                   | ✓                     | ✓                         |                              |
| Directement dans<br>le sol        |                  |                  |                      |                      |                     |                     | ✓                     | ✓                         |                              |
| Soufflée                          |                  |                  |                      |                      | ✓                   | ✓                   | ✓                     | ✓                         |                              |
| Raccordement sur<br>site          | ✓                | ✓                |                      |                      |                     |                     |                       |                           |                              |
| Épissurage                        |                  | ✓                | ✓                    | ✓                    | ✓                   | ✓                   | ✓                     | ✓                         | ✓                            |
| VARIOline                         |                  |                  | ✓                    |                      | ✓                   |                     |                       |                           |                              |

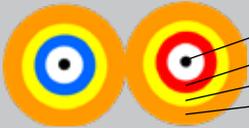
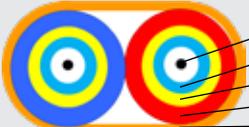
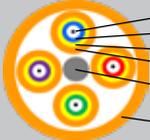
Types de câbles optiques

# 3. Pré-installation

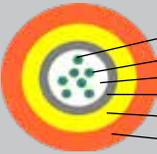
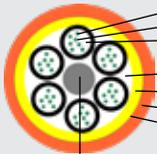
## Construction câble optique et propriétés

Les désignations des câbles peuvent varier d'un fabricant à l'autre . Dans la plupart des cas, le marquage sur la gaine du câble indiquera outre le nombre de fibres contenu et leur catégorie. Les couleurs de gaine seront les suivantes .

- Verte, jaune ou noire pour les câbles monomodes
- Pour les câbles multimodes, la couleur pourra être spécifique à la catégorie des fibres contenues : aqua / turquoise pour l'OM3, fuschia / magenta pour l'OM4 et Vert citron pour l'OM5
- Les câbles extérieurs sont en général noirs et relativement épais de par leurs éléments de protection
- Les fibres sont en général spécifiées ainsi : 12x9/125, 12x9/125 OS2, 12x50, OM3, OM4, OM5
- Le premier nombre correspond au nombre total de fibres, le second le type de fibre et le troisième bloc la catégorie

| Solution R&Mfreenet              |   | Construction câble  |
|----------------------------------|---|---|
| Câble duplex Figure 8            |    | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fibre 9, 50, 62.5 / 125 µm</li> <li>2. Revêtement 250µm / Buffer 900µm</li> <li>3. Décharge de traction (Aramide)</li> <li>4. Gaine extérieure</li> </ol>   |
| Câble duplex Figure 0            |   | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fibre 9, 50, 62.5 / 125 µm</li> <li>2. Revêtement 250µm / Buffer 900µm</li> <li>3. Décharge de traction (Aramide)</li> <li>4. Gaine</li> <li>5. Gaine extérieure</li> </ol>   |
| Câble Breakout                   |  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fibre 9, 50, 62,5 / 125 µm</li> <li>2. Revêtement 250µm / Buffer 900µm</li> <li>3. Décharge de traction (Aramide)</li> <li>4. Gaine</li> <li>5. Élément de résistance central</li> <li>6. Gaine extérieure</li> </ol> |
| Câbles Mini Breakout & Mini Core |  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fibre 9, 50, 62,5 / 125 µm</li> <li>2. Revêtement 250µm Buffer 900µm (Minibreakout)</li> <li>3. Décharge de traction (Aramide)</li> <li>4. Gaine (Câble mini core avec double gaine extérieure)</li> </ol>            |

Construction câble optique – partie 1

| Solution R&Mfreenet       | Construction câble  |  |
|---------------------------|---|--|
| Loose tube Cable          |  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fiber 9, 50, 62.5 / 125 <math>\mu\text{m}</math></li> <li>2. Revêtement 250 <math>\mu\text{m}</math></li> <li>3. Gel</li> <li>4. Loose tube</li> <li>5. Protection anti-rongeurs</li> <li>6. Gaine extérieure</li> </ol>   |
| Stranded Loose tube cable |  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fibre 9, 50, 62.5 / 125 <math>\mu\text{m}</math></li> <li>2. Revêtement 250 <math>\mu\text{m}</math></li> <li>3. Gel</li> <li>4. Loose tube</li> <li>5. Protection anti-rongeurs</li> <li>6. Gaine extérieure</li> <li>7. Armature métal (option)</li> <li>8. Élément de résistance central</li> </ol> |

Construction câble optique - partie 2

Il existe une très grande variété de types de câbles optiques proposée sur le marché. De ce fait tous les câbles ne sont pas décrits dans ce document ; seuls sont mentionnés les principaux types couvrant la majorité des applications.

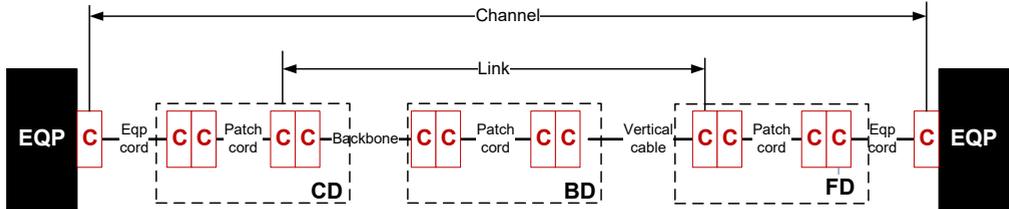


030.5693

# 3. Pré-installation

## Exemple de calcul pour liens optiques

### Câblage LAN

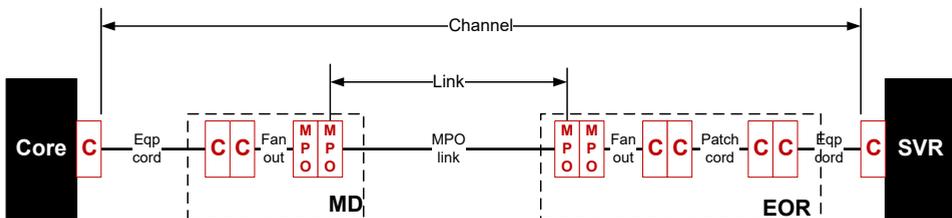


Exemple de calcul FO LAN

Le lien ci-dessus représente une liaison d'un câblage LAN entre le CD (Campus Distributor) au répartiteur général du bâtiment BD (Building Distributor) et le répartiteur d'étage FD (Floor Distributor). Un brassage est réalisé dans chaque local technique. Le câblage est réalisé dans ce cas avec une longueur de 400 m en fibre OM3.

La perte d'insertion liée aux connecteurs (6 dans ce cas) sera de  $6 \times 0,75\text{dB}$  max soit 4,5 dB. La perte du câble sera de 3,5 dB/km soit 1,5 dB pour 400m. La perte totale sur la configuration sera donc de 6 dB max. C'est juste assez pour faire passer du 100 Base-FX (voir les applications IEEE prises en charge en multi-mode (ISO/IEC 11801-1)). Si vous avez besoin de faire passer du 10 GBE, vous aurez besoin d'installer des fibres monomode SM et utiliser des Transceivers SM.

### Câblage Data Center



Exemple de calcul FO DC

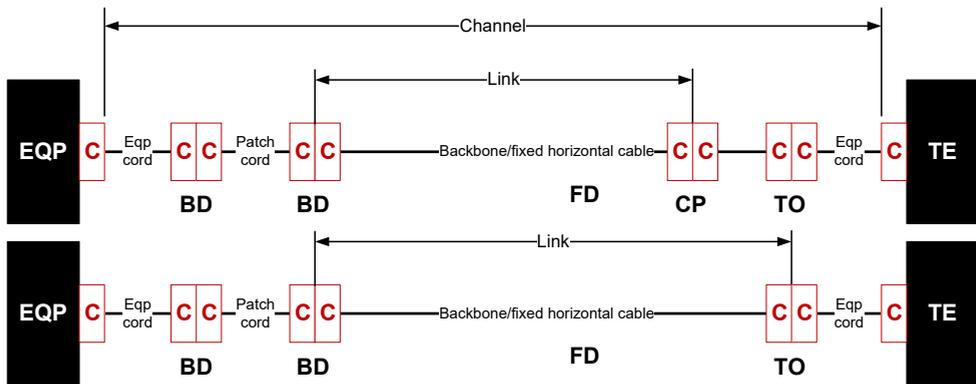
L'exemple ci-dessus montre une liaison de commutation du serveur vers une configuration end of row avec des connecteurs LC et une liaison MPO entre un EOR et un répartiteur principal de 150m en utilisant un câble OM4.

Selon les normes génériques, une perte de connecteur de 0,75dB par connecteur et une atténuation de câble de 3,5dB/km donneraient  $5 [LC, MPO, MPO, LC, LC] \times 0,75\text{dB}$ , soit une perte totale de connecteur de 3,75dB.  $3,5\text{dB/km} \times 0,15\text{km} = 0,525\text{dB}$  de perte de câble. La perte totale de canal est de 4,275dB, ce qui est trop élevé pour faire fonctionner des applications 10GBASE ou 1000BASE.

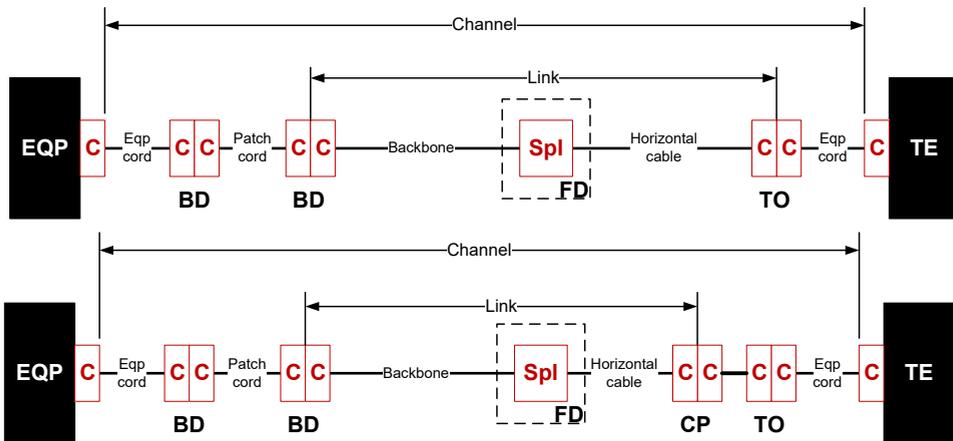
### 3.3.2 Restrictions longueur installations optiques

Les représentations ci-dessous montrent les principaux modèles d'implantation pour des câblages verticaux et horizontaux. Il n'est pas utile d'avoir d'équipements actifs dans les répartiteurs intermédiaires. Ces représentations cumulent les liens backbones et liens horizontaux dans un même schéma.

Suivant le nombre de connections et d'épissures mises en place dans ces liens, la longueur cumulée des liens pourra être réduite pour maintenir une classe de performance souhaitée pour compenser les pertes liées aux connections supplémentaires

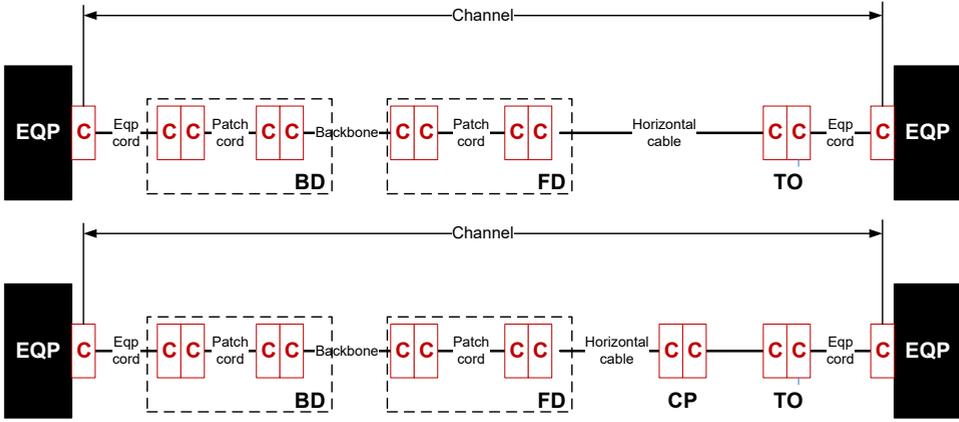


3 Connecteurs FO combinés



4 Connecteurs FO combinés + épissure

# 3. Pré-installation



5 Connecteurs FO combinés

### 3.3.3 Création d'un réseau LAN optique passif (polan)

#### Introduction

La mise en place d'un réseau de type POLAN dans un bâtiment de bureaux peut présenter certains avantages. Une infrastructure POLAN est supportée par les différents standards normatifs et par les composants R&M. L'atout principal du POLAN réside dans la réduction d'espace utilisé, dans l'économie de l'investissement et sa faible empreinte Carbone. Le POLAN est une combinaison de la technologie GPON bien connue dans le monde des télécoms avec les architectures LAN adaptées aux bâtiments de bureaux.

Les éléments actifs ont les appellations suivantes "Optical Network Line Terminal" (OLT) pour le répartiteur central et "Optical Network Termination" (ONT) utilisée dans la zone de bureaux. Tout le reste de l'installation est purement passif et repose sur une

fibre monomode et ses équipements de terminaison (tiroirs, coffrets...). Avec sa structure en étoile, le réseau obtenu est très fiable, pérenne et redondant. Un autre avantage du POLAN est son insensibilité aux perturbations électromagnétiques EMC. La fibre est peu sensible aux rayons de courbure, elle est légère, facile à mettre en œuvre et peu encombrante. Par contre, ce type d'infrastructure est assez dépendant des applications qui y circulent.

Pour être en conformité avec les standards ISO, EN et TIA un minimum de 2 connecteurs par point d'accès doit être envisagé. Le schéma ci-dessous simule une infrastructure PON en conformité avec une configuration ISO.

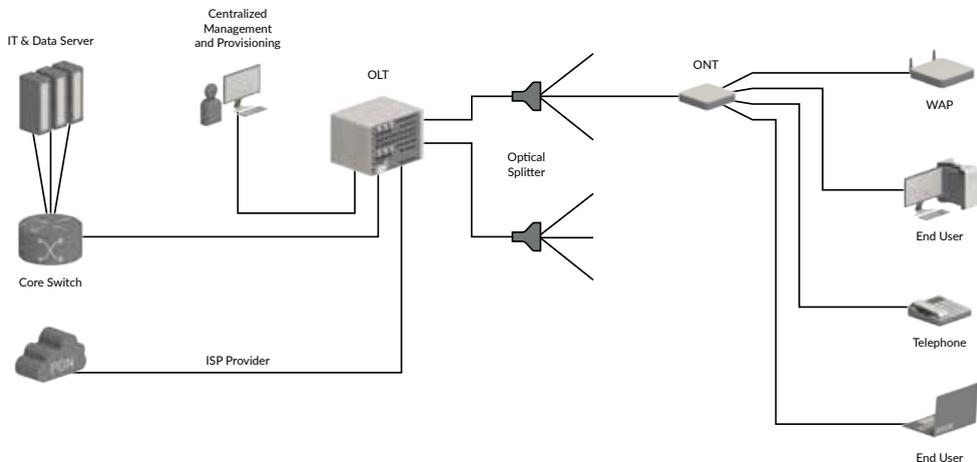
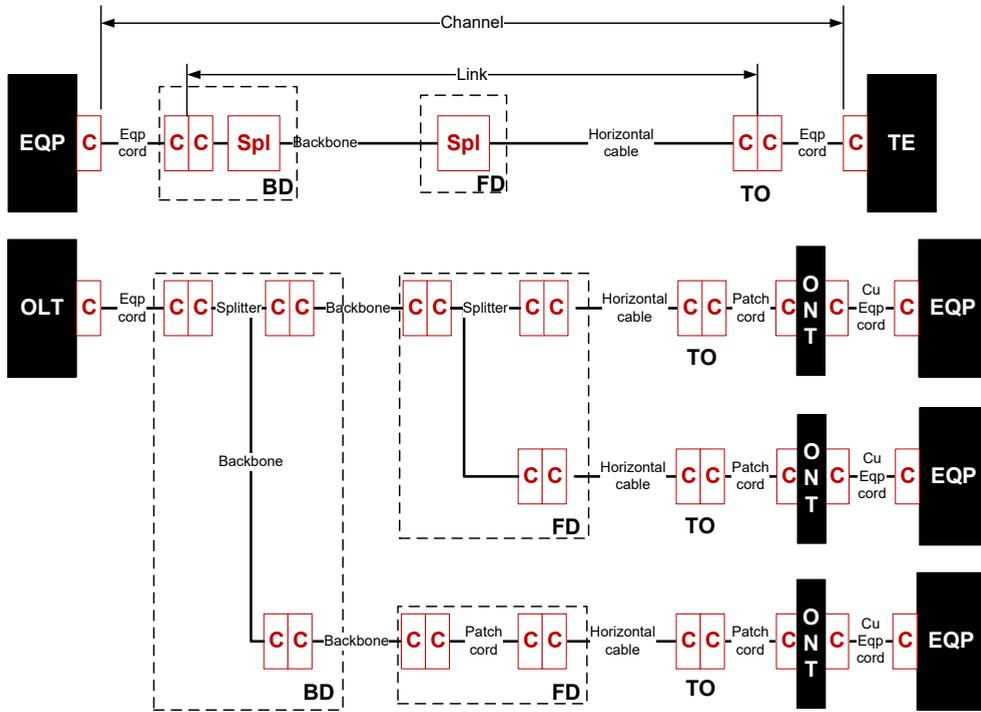


Schéma de principe POLAN

# 3. Pré-installation



Exemple de configuration POLAN

Le budget optique sera très dépendant des applications utilisées. Les protocoles les plus courants sont l'EPON 1Gbps et l'EPON 10Gbps, le tableau ci-dessous indique les différents budgets demandés pour chaque application.

| IEEE 802.3                     | Upstream (1310 nm)<br>Perte Channel (dB) | Upstream Line Rate<br>(Gbit/s) | Downstream<br>(1550nm)<br>Perte Channel (dB) | Downstream<br>Line Rate (Gbit/s) |
|--------------------------------|--|--------------------------------|--|----------------------------------|
| 1000BASE PRX10<br>10GBASE PR10 | ≤20.00                                   | 10.3125<br>10.3125             | ≤29.50                                       | 1.25<br>10.3125                  |
| 1000BASE PRX20<br>10GBASE PR20 | ≤24.00                                   | 10.3125<br>10.3125             | ≤23.50                                       | 1.25<br>10.3125                  |
| 1000BASE PRX20<br>10GBASE PR20 | ≤29.00                                   | 10.3125<br>10.3125             | ≤28.50                                       | 1.25<br>10.3125                  |
| 1000BASE PRX40<br>10GBASE PR40 | ≤33.00                                   | 10.3125<br>10.3125             | ≤32.50                                       | 1.25<br>10.3125                  |

Budget puissance IEEE802.3 GPON

Les pertes dans le lien sont dues aux câbles et à la connectique cf tableau du [chapitre 3.3.1](#) mais aussi pour beaucoup aux splitters. Cette perte dépend du ratio de split. Le tableau ci-dessous donne un aperçu des pertes générées par les splitters.

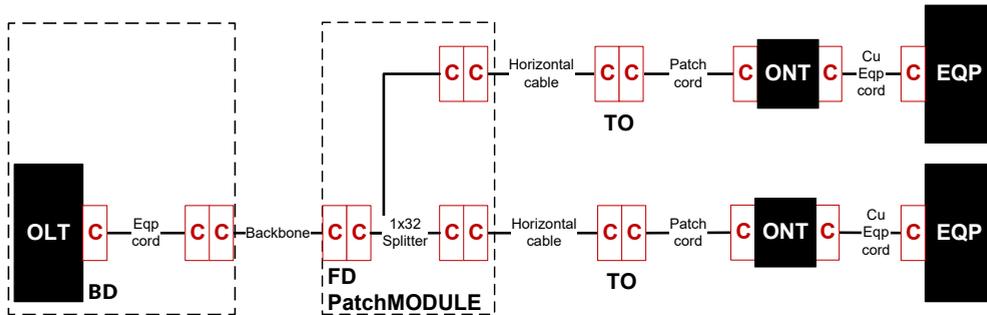
| Spécifications de performance R&M | 1x4    | 1x8     | 1x16    | 1x32    | 1x64    |
|-----------------------------------|--------|---------|---------|---------|---------|
| Max IL @ 1310nm/(1490)1550nm (dB) | ≤ 7.00 | ≤ 10.40 | ≤ 13.50 | ≤ 17.00 | ≤ 20.50 |
| Uniformité                        | ≤ 0.80 | ≤ 1.00  | ≤ 1.30  | ≤ 1.50  | ≤ 1.80  |

Performance du splitter R&M

# 3. Pré-installation

## Exemple de calcul

Cet exemple met en évidence un bâtiment de quatre étages, avec quatre répartiteurs d'étage desservant chacun 28 postes de travail. Il peut être calculé si l'architecture POLAN est possible.



Exemple de calcul POLAN

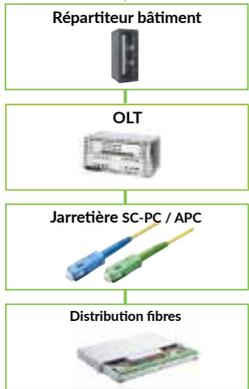
Pour chaque splitter, nous avons en plus la perte générée par les connecteurs d'entrée et de sortie. Les splitters R&M sont fournis avec des connecteurs de grade B. Dans notre exemple, nous aurons 1 connecteur dans le BD (répartiteur général), 2 dans le FD (répartiteur d'étage) et un dans l'OTO (point d'accès optique), ce qui fait un total de 4 connecteurs. La perte cumulée au niveau des connecteurs sera donc inférieure à 1 dB.

La perte des splitters est de 17 dB.

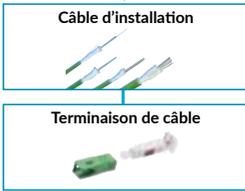
La perte totale sur le lien sera donc de 18 dB.

Si l'on veut utiliser un protocole 1000Base-PX10 sur les OLT, nous sommes autorisés à avoir une perte maximale sur le lien de 20 dB @ 1310nm et 19.5dB@ 1550nm, ce qui nous laisse une marge de respectivement 2 dB et 1.5 dB pour la perte de câble. En considérant une perte linéique de 0.39 dB/km @ 1310nm et de 0.25 dB/km @ 1550 nm, nous obtenons une distance maximale de 5 km et 6 km respectivement. La longueur maximale des liens optique (câbles backbone, câble horizontal et jarretières) sera donc de 5 kms.

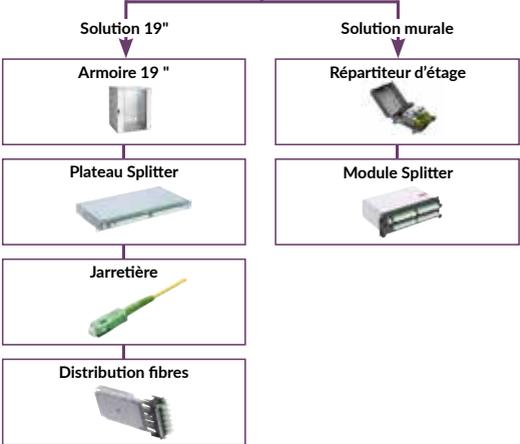
### 1. Répartiteur bâtiment



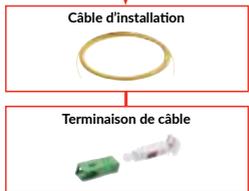
### 2. Câblage Backbone



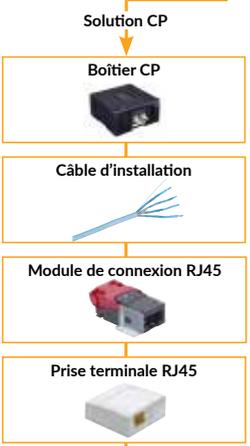
### 3. Répartiteur d'étage



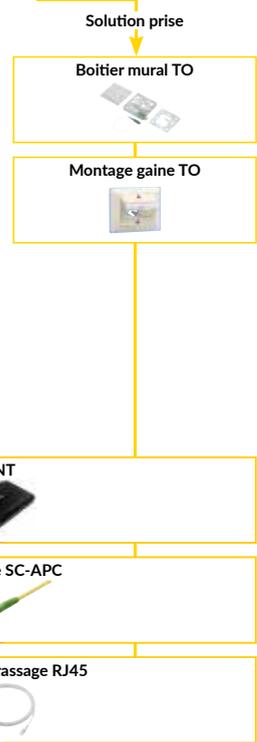
### 4. Câblage horizontal



### 5. Point de consolidation



### 6. Prise terminale

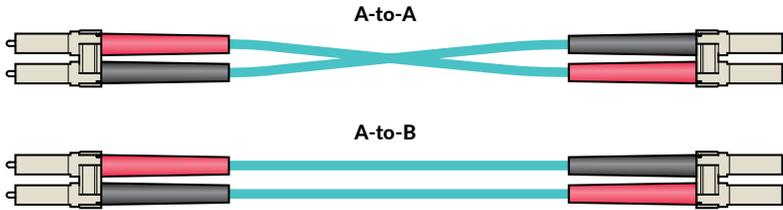


Produits pour la réalisation d'un POLAN

# 3. Pré-installation

## 3.3.4 Polarité dans un câblage optique

Jarretière de brassage fibre optique

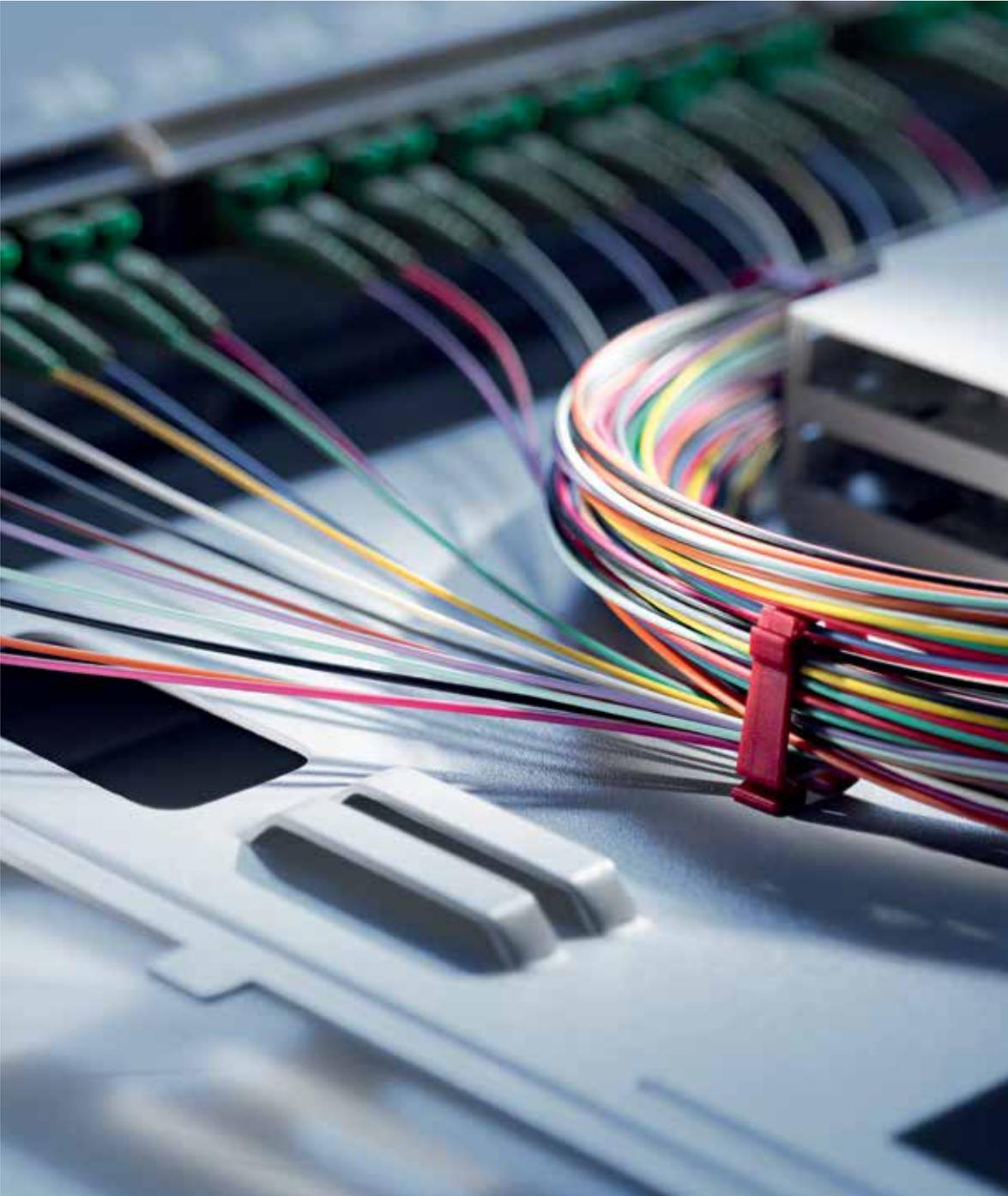


Polarité de la jarretière de brassage FO

Code couleur du câble d'installation FO

| Fibre No. | IEC 60794-2 | TIA 598-B (MPO) | DIN VDE 0888 | Code Swisscom (CH) |
|-----------|-------------|-----------------|--------------|--------------------|
| 1         | Bleu        | Bleu            | Rouge        | Rouge              |
| 2         | Jaune       | Orange          | Vert         | Vert               |
| 3         | Rouge       | Vert            | Bleu         | Jaune              |
| 4         | Blanc       | Marron          | Jaune        | Bleu               |
| 5         | Vert        | Ardoise         | Blanc        | Blanc              |
| 6         | Violet      | Blanc           | Ardoise      | Violet             |
| 7         | Orange      | Rouge           | Marron       | Orange             |
| 8         | Ardoise     | Noir            | Violet       | Noir               |
| 9         | Aqua        | Jaune           | Aqua         | Ardoise            |
| 10        | Noir        | Violet          | Noir         | Marron             |
| 11        | Marron      | Rose            | Orange       | Rose               |
| 12        | Rose        | Aqua            | Rose         | Aqua               |

Codes couleur des câbles d'installation FO



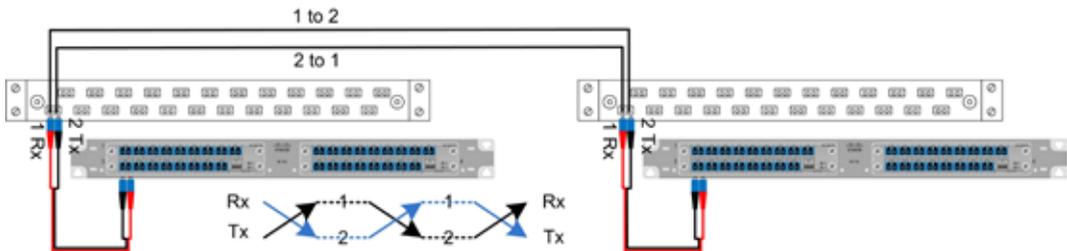
# 3. Pré-installation

## Polarité standard

Il existe 2 possibilités de polarité dans un réseau physique ; les deux ont leurs avantages et leurs inconvénients. Il est très important de bien fixer les règles de polarité appliquées avec l'exploitant réseau car elles vont conditionner l'utilisation des jarretières.

## Tout croisé

Dans la plupart des cas, les jarretières sont croisées (A vers B et B vers A), ceci afin d'avoir le transmetteur connecté au récepteur à l'autre bout de la ligne. Lorsque le lien permanent fixe est croisé, on aura un fonctionnement en mode croisé sur l'ensemble de la ligne pour tout nombre impair de liens (dans ce cas 2 jarretières et un lien fixe). Dans ce cas, la responsabilité revient à l'installateur de raccorder ses liens permanents en mode croisé pour permettre à l'exploitant d'utiliser de chaque côté des jarretières standards croisées.



Polarité croisée backbone FO

### Avantages:

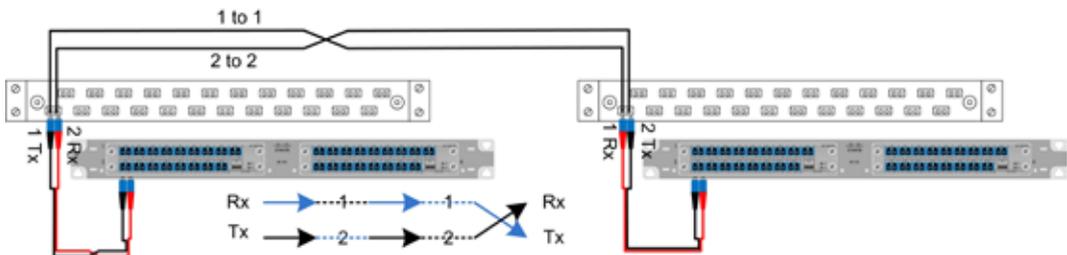
- Jarretières identiques de part et d'autre
- Même polarité si utilisation avec des cassettes MPO/LCD en configuration B et S

### Inconvénients:

- Coordination lors des terminaisons de fibres dont le côté présente un changement de polarité
- Difficultés dans l'assurance de la polarité avec un nombre égal de liens, par exemple CP/ZD
- Le concept de polarité aura une influence sur l'ordre des liens préterminés et/ou la configuration des pigtaills dans un tiroir de brassage

## Lien fixe droit

Si le lien permanent est câblé couleur à couleur en câblage droit, il faudra dans ce cas décroiser les fibres d'une des 2 jarrettières utilisées de manière à avoir un câblage croisé sur la totalité du lien. Dans ce cas, la responsabilité du bon fonctionnement incombe à l'exploitant réseau.



Polarité du backbone droit FO

### Avantages:

- Le câblage fixe est plus facile à mettre en oeuvre car droit- couleur à couleur

### Inconvénients:

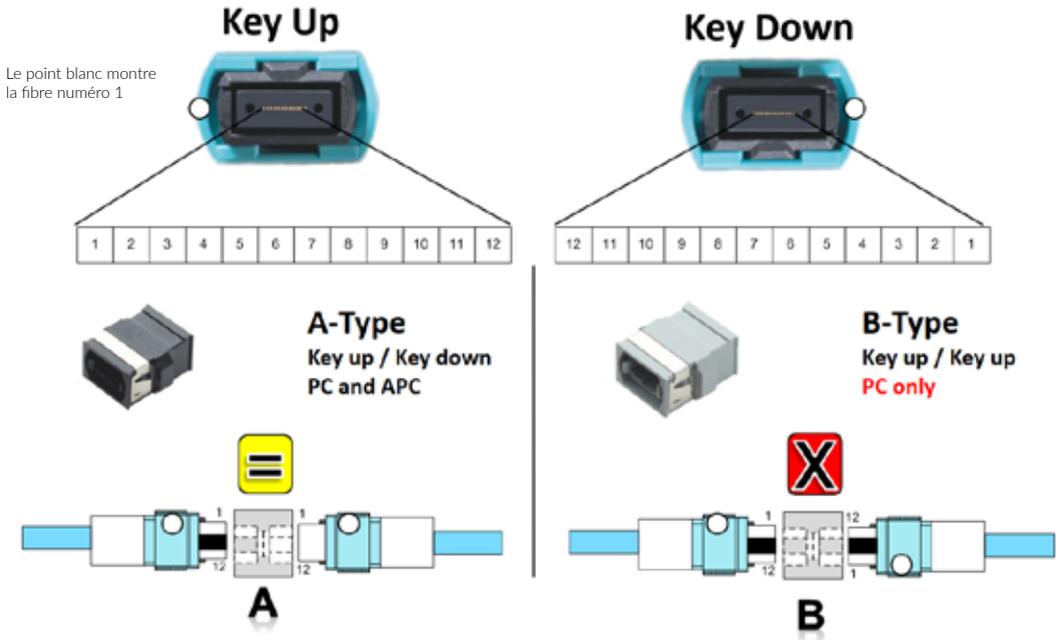
- Les procédures de fonctionnement doivent être claires pour définir le côté nécessitant le décroisement des fibres sur jarrettières
- Difficultés pour respecter les croisements si plusieurs liens en cascade.
- Bien vérifier polarité de cassettes MPO /LCD – configuration A.

### Polarité MPO

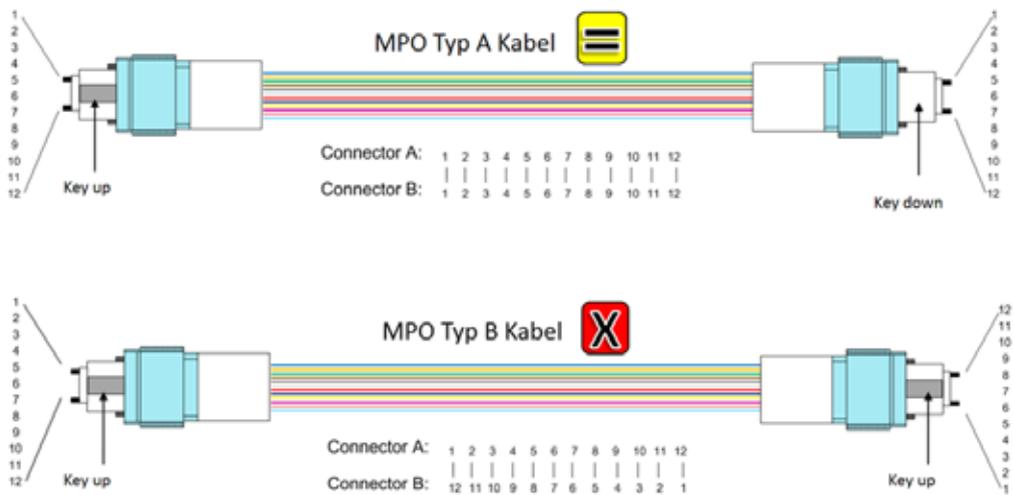
Alors que le codage des fiches et des coupleurs assure une orientation correcte de la connexion de la fiche sur toute sa longueur, les méthodes de polarité A, B et C définies selon la norme TIA-568-C devraient garantir l'affectation bidirectionnelle correcte. Selon le fabricant, il existe un grand nombre de méthodes de polarité différentes qui peuvent parfois prêter à confusion. Dans les sections suivantes, nous expliquerons les méthodes de polarité les plus couramment utilisées. D'autres variantes sont également disponibles chez R&M. En outre, des variantes spécifiques au client peuvent également être créées. Les fiches MPO continuent d'être développées et les fabricants essaient d'y intégrer de plus en plus de fibres. Il existe déjà des prototypes comportant jusqu'à 72 fibres dans un seul connecteur. La photo montre un connecteur MPO à 24 fibres avec deux rangées de 12 fibres chacune.



# 3. Pré-installation



Key Up et Key Down

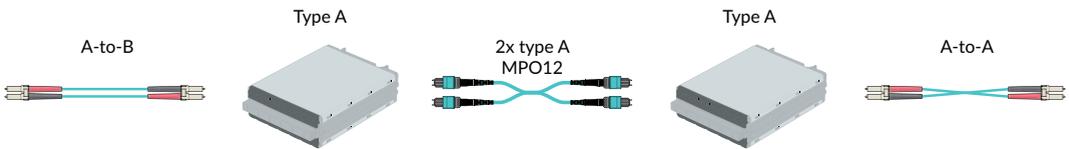


Câbles MPO de type A et MPO de type B

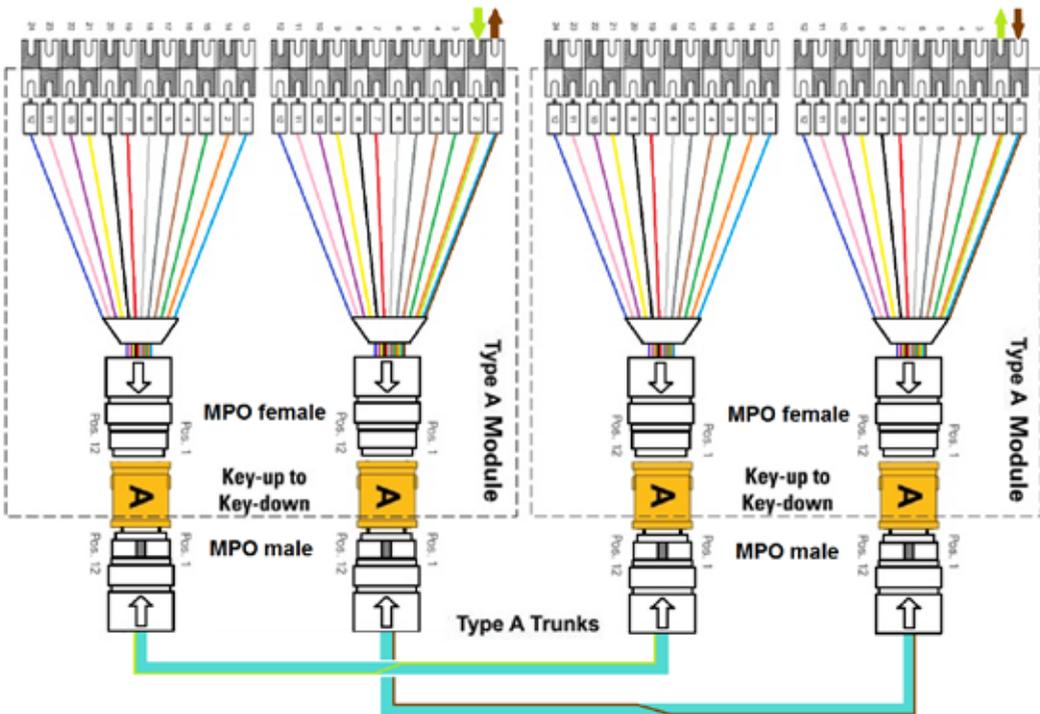
## Configuration méthode A

La méthode A requiert des trunks droits type A (broche 1 sur broche 1) et des traversées MPO type A (key-up to key-down). On utilisera à un côté des jarrettières croisées (A-B) et à l'autre des jarrettières droites (A-A). Le changement de polarité sur la jarrettière se fait par inversion / rotation des connecteurs. La responsabilité du bon fonctionnement incombe à l'exploitant réseau quant à l'utilisation des jarrettières adéquates. Les cassettes MPO/ LCD en configuration A sont commercialisées par R&M depuis 2007, elles peuvent être mises en place très facilement car elles sont identiques aux 2 extrémités du lien. La méthode A est probablement la méthode la plus utilisée.

Duplex



Composants de la méthode de polarité MPO A



Méthode de polarité MPO A fan-out

# 3. Pré-installation

Parallèle

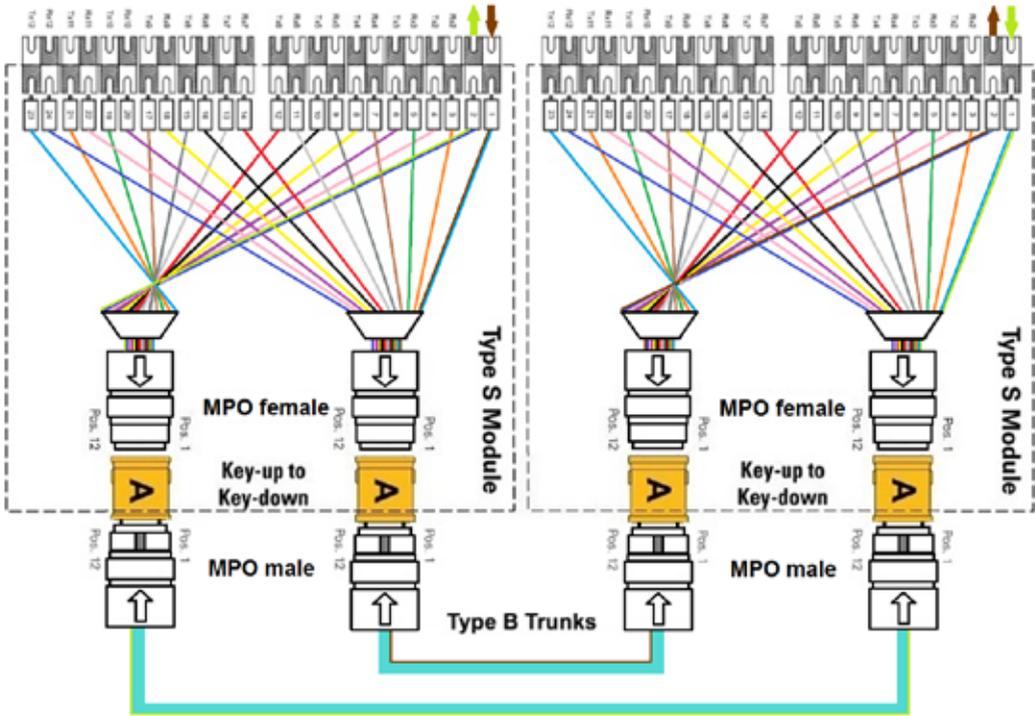


Méthode de polarité MPO A 40/100G

## Configuration Méthode S

La méthode S (désignation R&M) est disponible depuis 2013. Elle requiert des jarretières identiques de chaque côté (A-B ou A-A). Le croisement des fibres pour les transmissions duplex (ex : 10 GBASE-SR) est réalisé dans les cassettes d'extrémité. La configuration est totalement symétrique sur l'ensemble du lien, les jarretières sont identiques et les cassettes MPO/LCD aussi. Le schéma est valable pour des protocoles en série comme en parallèle optique pour les applications 40/100 GBE. Cette configuration peut être mise en place sur des fibres MM ou SM, les trunks peuvent être indifféremment type A ou type B. Les 12 ports LCD sont divisés dans la cassette en 12 TX transitant sur un trunk MPO12 et en 12 RX circulant sur le deuxième trunk. Cette configuration Type S est possible si l'on utilise 24 fibres sur 2 trunks de 12 fibres. La face arrière de la cassette type S composera 2 traversées MPO et 12 LCD en face avant. La transition de 10 vers 40, voire 100 GBE en parallèle optique sera facilement réalisable en remplaçant les cassettes de conversion par des traversées MPO et en remplaçant les jarretières LCD par des jarretières MPO.

Solution parallèle Trunk B



Méthode de polarité MPO avec fan-out R&M Trunk B

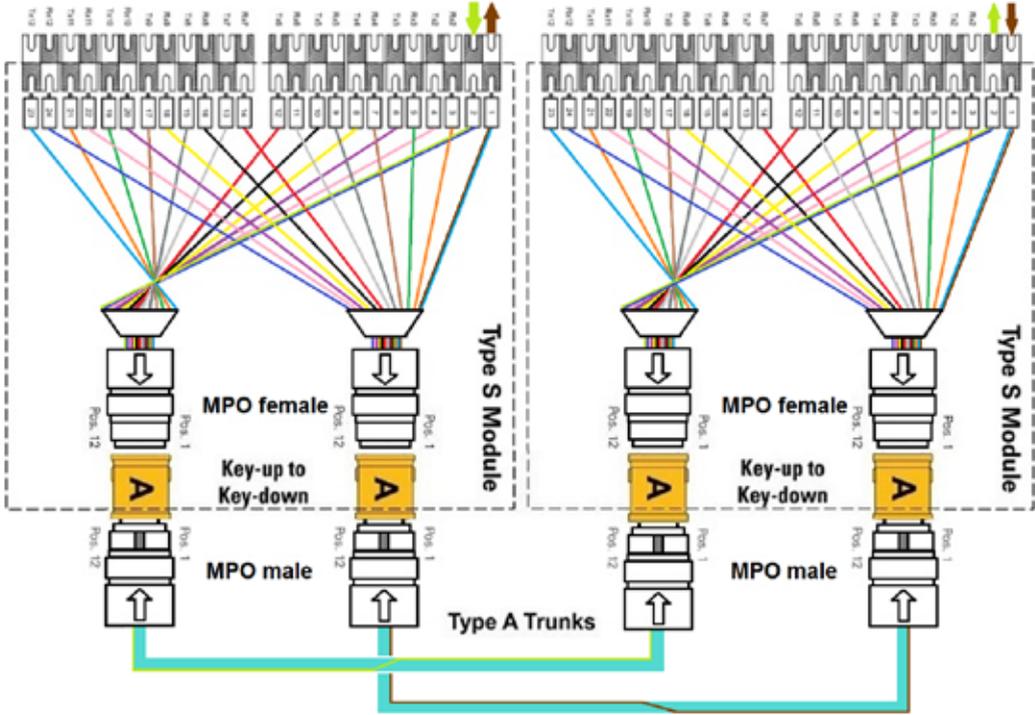
Solution parallèle Trunk B



Méthode de polarité MPO R&M 40/100G Trunk B

# 3. Pré-installation

## Solution duplex Trunk A



Méthode de polarité MPO avec fan-out R&M Trunk A

## Solution parallèle Trunk A



Méthode de polarité MPO R&M 40/100G Trunk A



030.5934

## 4. Installation





# 4. Installation

## 4.1 Généralités

### 4.1.1 Sécurité

L'installateur doit prendre toutes les mesures de sécurité nécessaires, telles que le port de vêtements et de lunettes de protection et l'observation de panneaux ou de barrières d'avertissement, pour assurer la protection du personnel et des équipements nécessaires pour lui-même et pour les tiers.

Les lois et règlements nationaux applicables en matière de sécurité doivent toujours être respectés. En plus de la responsabilité légale, chacun est également responsable de sa propre santé. La législation actuelle donne aux planificateurs la responsabilité de la sécurité du projet, tandis que le propriétaire du bâtiment est tenu de respecter les nombreuses normes concernant la sécurité de l'infrastructure électrique du bâtiment.

### 4.1.2 Étiquetage et administration

L'étiquetage des composants et des espaces télécoms est une exigence obligatoire de toutes les normes de câblage. Alors que toutes les normes de câblage exigent l'identification, l'étiquetage et l'enregistrement de tous les éléments de câblage dans une base de données, c'est TIA/EIA 606-B qui stipule des règles précises à ce sujet. Dans ISO/IEC 14763-2 et EN 50174-1, les installateurs ont la liberté de mettre en œuvre l'identification, les étiquettes et la base de données.

Tous les composants R&M *freenets* sont conçus et fournis avec tout ce dont l'installateur a besoin pour appliquer les normes. Cependant, si un installateur souhaite adopter une méthode différente, R&M peut également l'accepter, à condition que les trois conditions suivantes soient remplies:

1. Tous les éléments de câblage sont identifiés et enregistrés dans la base de données d'installation.
2. Tous les éléments de câblage sont étiquetés conformément à l'une des normes de câblage reconnues.
3. Une base de données du système de câblage est mise en place comprenant tous les composants et leurs connexions.



James Pond - unsplash.com

### 4.1.3 Stockage et transport du câble d'installation

Si le câble d'installation (cuivre ou fibre) n'est pas utilisé immédiatement après la livraison, il doit être stocké dans un endroit approprié.

Le volume de câblage, de mise en rack des équipements et de livraisons de technologies sera élevé pendant la phase de construction. La livraison des biens nécessitera un stockage dans une zone sécurisée au sein des bâtiments. Le câble doit être stocké dans un endroit sec où il ne sera pas soumis à des dommages mécaniques ou à des conditions climati-

ques néfastes. Si possible, le matériel stocké doit être conservé dans son emballage d'origine jusqu'au moment de l'installation. La construction relativement lâche du câble (ce qui est généralement vrai pour tous les câbles de données symétriques) peut provoquer un léger effet capillaire, qui peut attirer l'humidité dans le câble. Si l'eau pénètre de cette manière, les valeurs d'impédance du câble changent, ce qui entraîne une détérioration des caractéristiques de transmission électrique du câble.



Câble en cuivre stocké dans de bonnes conditions



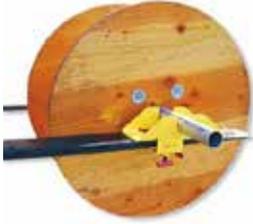
Câble en cuivre stocké dans de mauvaises conditions

Toute pénétration d'humidité réduit l'efficacité de l'isolation du conducteur et augmente le risque de corrosion des parties métalliques. De plus, l'eau à l'intérieur du câble peut provoquer la rupture de la gaine du câble si la température descend en dessous de zéro degré. C'est pourquoi les extrémités des câbles doivent être protégées. Les câbles à fibres optiques doivent être protégés par un capuchon thermorétractable. Lorsque les câbles de données sont livrés en hiver, les bobines de câble qui ont été exposées à des températures inférieures à zéro pendant une longue période doivent être laissées à l'acclimatation dans un environnement plus chaud avant d'être déroulées et installées.

N'oubliez pas que l'inspection dès la réception est la première étape du processus de qualité. Cette inspection doit inclure : l'enregistrement des identificateurs de traçabilité de la qualité des câbles (lot de production, batch, date de production) et éventuellement la vérification de la fonctionnalité en créant un lien échantillon à tester selon les normes. N'oubliez pas qu'avant tout test, vous devez prévoir deux ou trois jours pour que le câble soit soulagé du stress de l'opération de pose ou de tirage.

Le déchargement et le transport du câble doivent être effectués de manière à ne pas endommager le câble ou l'enrouleur. Ne faites pas tomber les bobines d'une certaine hauteur, car cela pourrait poser des problèmes de dévidage et endommager le câble. Lors du déchargement du câble, utilisez l'élévateur ou un chariot élévateur à fourche. Lorsque vous utilisez un chariot élévateur, assurez-vous que les brides du dévidoir sont perpendiculaires aux fourches.

## 4. Installation



Bobine de déchargement avec barre



Procédure de levage correcte

Lors du déroulement des bobines, assurez-vous que le chemin emprunté ne contient aucun obstacle susceptible d'endommager le câble.

### 4.1.4 Conditions environnementales

Les mesures suivantes auront un impact positif sur le test final et la remise de garantie. Elles permettront d'éviter les complications et les dommages à l'infrastructure informatique pendant la construction et de s'assurer que la main d'œuvre mise dans l'installation des câbles n'est pas en veine à cause de la négligence des autres.

#### Telecommunications Room (TR) et Equipment Room (ER)

Les planchers surélevés dans les TR ou les ER doivent être protégés des travaux des constructeurs, par exemple par un revêtement de sol. L'accès à ces pièces nécessitera la mise en place d'un tapis collant, changé fréquemment et maintenu dans un état de propreté permanente.

Ces salles devraient faire l'objet de mesures de sécurité temporaires, sous clé en attendant l'achèvement/mise en service de la plate-forme de sécurité finale. Il est proposé d'établir un système de verrouillage à clé basé sur une signature à l'entrée et à la sortie pour tous les hubs, les colonnes montantes et les espaces ER. Il convient en outre de considérer que la sécurité sur site couvrira ces zones clés.

#### Conduits et colonnes montantes

L'accès à tout espace des colonnes montantes IT devra être protégé. Les faisceaux de câbles installés sont sensibles et ont un impact significatif sur les programmes et les coûts en cas d'accident ou de tout comportement malveillant, intentionnel ou non. Il convient d'envisager des dispositions appropriées pour dissimuler les câbles à l'écart des travaux en cours des constructeurs.

## Nettoyage

Les équipements technologiques nécessitent un environnement de travail extrêmement propre à tout moment. La propreté environnementale des espaces où les travaux informatiques sont prévus est un élément clé du programme de travail et de maintien des technologies de l'information. Les définitions suivantes devraient donc faciliter l'élaboration du programme de préparation des travaux informatiques.

- Chantiers propres - tout espace avant l'acceptation par l'informatique pour que les travaux puissent se dérouler nécessitera un nettoyage complet. Cela signifie que toutes les zones, au-dessus et sous le sol, sont aspirées et débarrassées de tous les débris.
- Nettoyage clinique - Les TRs/ER sont soumis à un nettoyage par un entrepreneur spécialisé selon la norme EN ISO 14644/1 niveau 8 avant toute zone où du matériel informatique spécialisé doit être hébergé et mis sous tension, la zone sera soumise à un nettoyage clinique. Cela signifie que toute la zone a été soumise à un nettoyage de poussière "à gants blancs" et qu'elle passera avec succès tout test de particules de l'échantillonnage de l'air.

Ces définitions de nettoyage se rapportent généralement à l'acceptation des espaces par l'entrepreneur d'aménagement, "Room Ready" est une étape définie pour l'installation du programme informatique des travaux.

Le contractant doit prévoir une indemnité pour effectuer de nombreux quarts de travail pour chacune de ces phases de nettoyage. Toute zone non adaptée aura un impact direct sur l'installation. La propreté et les conditions environnementales doivent être maintenues au plus haut niveau, en particulier lors de l'installation de composants à fibres optiques, car ils sont très sensibles à la saleté.



Nico Frey - unsplash.com

# 4. Installation

## 4.2 Cuivre

### 4.2.1 Caractéristiques des câbles

*Il est très important d'installer les câbles avec soin pour atteindre les valeurs spécifiées dans les normes.*

Les câbles d'installation symétriques sont destinés à être installés une seule fois. Les marges sont si étroites dans la conception actuelle des câbles de données que la détérioration des performances causée par une mauvaise installation peut déjà entraîner des défaillances lors des tests de certification. Les exigences suivantes doivent donc être strictement respectées lors de l'installation d'un câble.

#### Généralités

Lorsque vous faites passer des câbles dans les cheminements sous plancher, veillez à ne pas pincer les câbles pour éviter de les endommager. Cela se produit souvent lors de la pose de plaques de sol et provoque des dommages irréparables aux câbles d'installation. Évitez d'enrouler le mou des câbles car il peut provoquer des réflexions de perte de retour qui peuvent entraîner une défaillance lors des essais de réception.

Évitez de dérouler le câble avant de le tirer afin d'éviter que des tiers n'endommagent le câble exposé. N'oubliez pas que les câbles symétriques sont conçus pour des applications intérieures ; le câble doit donc toujours être protégé. Les câbles non protégés sont susceptibles d'être endommagés.

Les câbles ne doivent pas être déroulés sur les côtés des flasques de l'enrouleur (Cela risque de tordre les câbles. La géométrie des paires symétriques est sensiblement modifiée). Si de l'humidité ou de la moiteur est détectée lors du tirage des câbles, la source de l'eau doit être déterminée et éliminée. Tous les câbles qui sont exposés à l'eau pendant l'installation doivent être remplacés.



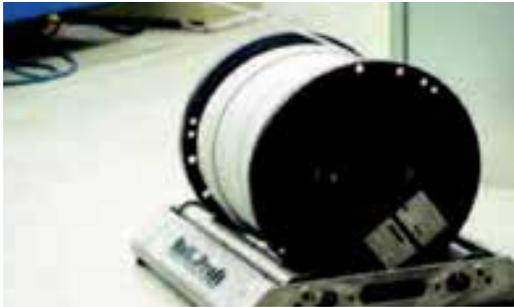
## Force de traction des câbles

|   |       |
|---|-------|
| Force de traction maximale lors de l'installation - S/FTP | 80 N  |
| Force de traction maximale lors de l'installation - U/UTP | 110 N |

*Pour obtenir des chiffres exacts, reportez-vous toujours à la fiche technique correspondante.*

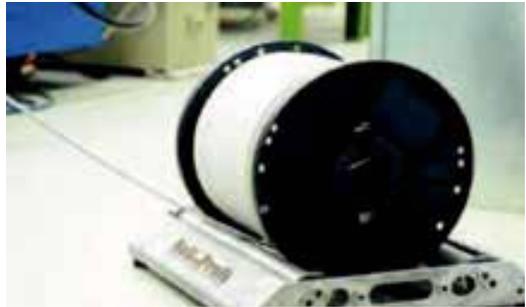
Avec des outils spéciaux, il n'est pas possible de dépasser une certaine force de traction. Ces outils assurent toujours la qualité du câble à paires torsadées. Afin de réduire davantage la force de traction du câble d'installation lors du déroulement, il est conseillé d'assister le processus de déroulement en tournant la bobine. C'est-à-dire que, dans la mesure du possible, le dérouleur doit être déroulé manuellement.

### Bonne méthode



Bon sens de déroulement

### Mauvaise méthode



Mauvais sens de déroulement

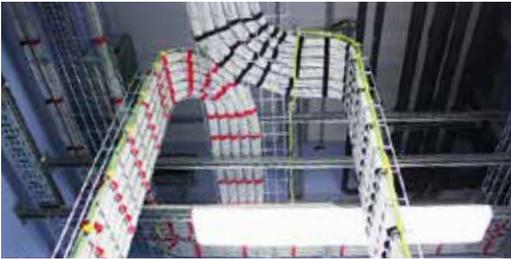
Lors de l'acheminement des câbles d'installation dans des puits ou des colonnes montantes verticaux, il convient d'utiliser la gravité - au lieu de tirer les câbles vers le haut du puit lorsque c'est possible, il faut les faire descendre par le haut. Cela permet d'éviter toute contrainte de traction inutile. Néanmoins, cela n'est parfois ni possible ni pratique. Si les câbles doivent être tirés vers le haut, un personnel d'installation adéquat doit être disponible pour tirer le câble en toute sécurité et avec précaution à travers tous les niveaux. Lorsque les câbles d'installation sont acheminés dans des goulottes, il est conseillé de les attacher - utilisez du Velcro et évitez les colliers en plastique, attachez le câble une fois qu'il est en position finale et ne pliez jamais le faisceau de câbles après avoir serré les attaches. Veillez à ce que les attaches des câbles ne soient pas trop serrées. Il doit encore être possible de les tourner légè-

rement et la gaine du câble doit conserver sa forme initiale. Si les attaches de câble sont trop serrées, il en résulte des points de pression qui détériorent les propriétés de transmission électrique des câbles de données.

Pour les installations verticales, il est recommandé d'installer un collier au moins tous les 600 mm. Évitez les faisceaux de câbles ou limitez la quantité de câbles mis en faisceau afin de réduire l'apparition d'alien crosstalk et la tension des câbles lors des déplacements ou des flexions, et de vous assurer que les rayons de courbure spécifiés ne sont pas dépassés. Pour tirer le câble, il convient d'utiliser une chaussette de tirage de câble.

**Note :** Fixez tous les conducteurs à l'outil de tirage et fixez-les avec du ruban isolant.

# 4. Installation



Installation correcte des colonnes montantes verticales



Fixation correcte des câbles verticaux

## Rayon de courbure des câbles

La règle empirique des rayons de courbure suivants pour les câbles d'installation en cuivre R&Mfreenet:

| Catégorie                           | Installation | Installé |
|-------------------------------------|--------------|----------|
| Cat. 5e                             | 50mm         | 25mm     |
| Cat. 6/6 <sub>A</sub>               | 60mm         | 30mm     |
| Cat. 7 / 7 <sub>A</sub> / 8.1 / 8.2 | 70mm         | 35mm     |
| Real10 U/UTP                        | 70mm         | 60mm     |

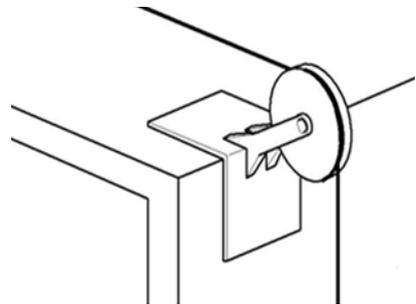
Exemple de rayon de courbure du câblage en cuivre

**Pour obtenir des chiffres exacts, reportez-vous toujours à la fiche technique correspondante.**

Lorsque les rayons de courbure sont trop serrés, en particulier dans l'installation des câbles, ils peuvent modifier la structure mécanique des paires torsadées dans un câble, ce qui a un effet négatif sur les caractéristiques de transmission du câble (principalement NEXT, FEXT et RL).

Si les câbles sont posés sur des bords où ils se plient ou se ramifient, assurez-vous que le rayon de courbure minimum spécifié pour le type de câble respectif est maintenu lorsque vous tirez le câble. Si les câbles doivent être tirés en travers des bords, assurez-vous que la gaine extérieure du câble n'est pas endommagée par l'abrasion ou la contrainte de traction. Veillez à ce que le poids total de tous les câbles installés n'endommage pas les câbles d'installation du fond.

L'utilisation de guides et de poulies est recommandée pour protéger les câbles tirés, ainsi que le routage à la main à l'aide d'un installateur supplémentaire ou l'installation partielle étape par étape.

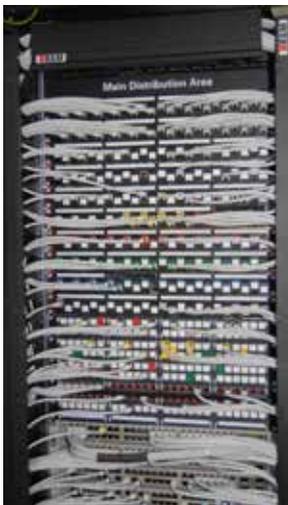


Poulie d'installation de câbles en cuivre

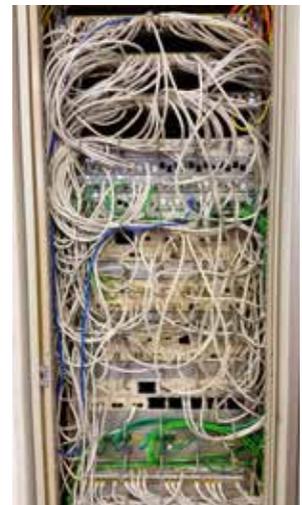
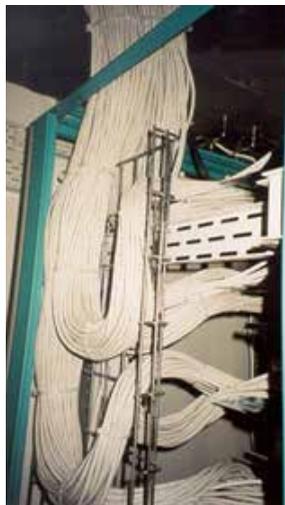
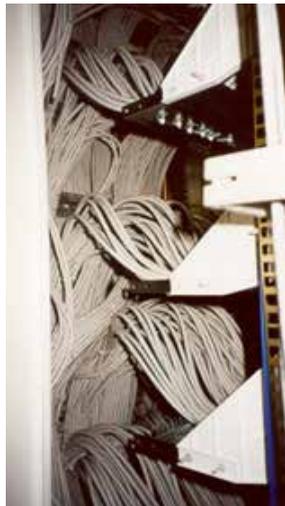
## Gestion des câbles

Il existe différentes possibilités pour tirer les câbles d'installation depuis leur entrée jusqu'aux modules de connexion en passant par l'armoire de distribution. Il faut s'assurer que les câbles sont suffisamment détendus et passent en boucle, ce qui permet de retirer facilement les éléments par l'avant (les réserves de câbles sont utilisées pour la maintenance ou une mise à niveau ultérieure vers des catégories supérieures).

Bonne gestion des câbles



Mauvaise gestion des câbles



Exemples de gestion des câbles

# 4. Installation

## 4.2.2 Préparation du câble

Les câbles en cuivre ne doivent être préparés et connectés qu'à l'aide d'outils appropriés. Si, par exemple, un couteau ou un outil de dénudage inadapté est utilisé pour dénuder les câbles, il y a un risque que les fils du câble soient endommagés ou que leur isolation soit coupée. Si tel est le cas, il est fort probable que le blindage, les courts-circuits ou d'autres sources d'erreur soient alors causés. Il est également important d'utiliser un coupe-câble latéral qui permet de couper les fils proprement et à ras. Vous devez vous assurer que tous les modules ou fiches, quelle que soit leur conception, sont connectés proprement et soigneusement.

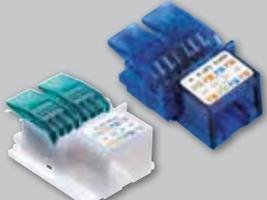
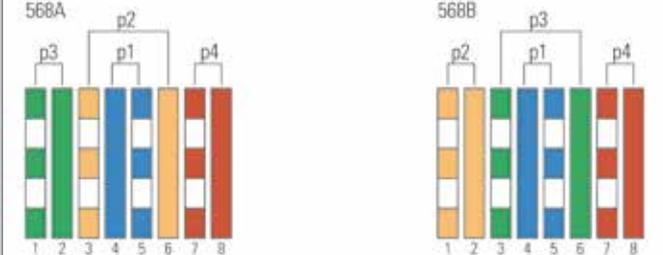
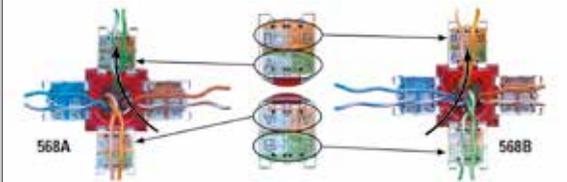
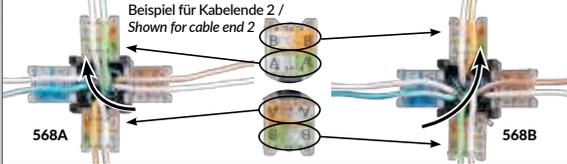
R&M propose divers outils de connexion, de dénudage et auxiliaires qui permettent un dénudage et un raccordement propres des câbles et modules.

Cependant, les produits de R&M sont également bons et faciles à traiter avec la plupart des outils conventionnels. Toutefois, il faut alors veiller à travailler avec soin et propreté.



Outils pour le raccordement Termination of modules des câbles en cuivre

## 4.2.3 Raccordement des modules

| Catégorie   | Câblage   |
|---|---|
| <p>Cat. 5e, Cat. 6<br/>Selon les types de modules, différents codes peuvent être appliqués</p>  <p>090.5327, 010.2017</p>                                      |  <p>020.1312</p>  |
| <p>Cat. 6<sub>A</sub> EL</p>   <p>090.7180, 090.7179, 090.7571, 090.7569</p> |  <p>Aufdrehen Adempaar und nach Farbcode einlegen<br/><i>Untwist wire pair and insert color code</i></p> <p>021.3081, 021.3082, 021.3083</p>  |
| <p>Cat. 6<sub>A</sub> ISO &amp; Cat. 8.1</p>   <p>030.5527, 030.5971</p>  |  <p>021.2303, 021.2304, 021.2334, 021.2374</p>  <p>Beispiel für Kabelende 2 /<br/><i>Shown for cable end 2</i></p> <p>030.6041 / 030.6042 / 030.6043 / 030.6044</p> |

Raccordements des modules

# 4. Installation

## 4.2.4 Cordons de raccordement

Les cordons de raccordement sont des facteurs clés de plus en plus importants pour atteindre la performance cible channel. C'est pourquoi R&M recommande d'utiliser uniquement des cordons de raccordement de la plus haute qualité. Les câbles de raccordement doivent être remplacés après 750 branchements. Un rayon de courbure inférieur à  $4 \times D$  n'est pas autorisé, les plis et la torsion peuvent réduire les performances.

L'application d'une force de traction n'est pas autorisée (maximum 2N). Il est fortement recommandé d'utiliser les cordons de brassage R&M avec tout système R&M installé.

## 4.2.5 Problèmes caractéristiques des systèmes de câblage génériques

### Modules Cat. 5e/Cat. 6

Une source de problème majeur est la terminaison incorrecte des modules de connexion R&M. Veuillez suivre les instructions d'installation ci-jointes pour câbler correctement le module de connexion.

**Câblage correct** / Torsade supplémentaire sur les 2 paires extérieures / Pas de croisements

**Câblage incorrect** / Détorsadage entre les paires / Paires qui se chevauchent / Fils des paires trop courts (orange)



Câblage correct



Câblage incorrect

Les paires de conducteurs doivent être amenées directement dans le module depuis la gaine du câble, sans passer par une autre paire. Une mesure sans faille pour le test de certification ne peut être assurée que par un câblage correct. La gaine du câble doit être fixée sur le module. Le serre-câble ne doit pas exercer de pression, ce qui entraîne une déformation de la gaine du câble.

## Installation

- Posez les câbles d'installation avec soin en suivant les instructions de l'installateur ou du planificateur
- Posez les câbles et évitez de les tirer si possible (force de traction max. selon le fournisseur de câbles)
- Utilisez très peu de tension ou de pression avec l'attache de câble
- Observez les rayons de courbure
- Évitez de plier ou de pincer

## Équipement de test

- Calibration annuelle
- Référencement quotidien
- Utilisez des câbles d'adaptation conformément aux directives et aux normes du fabricant afin d'éviter une éventuelle détérioration des mesures
- Manipulez toujours les cordons de raccordement des adaptateurs de test Cat.6A avec précaution, maintenez un rayon de courbure maximal lors du stockage
- Comme les adaptateurs de test ont une utilité limitée, vous devez vérifier auprès du fabricant de l'équipement combien de tests vous pouvez encore effectuer avec eux et, si nécessaire, en commander de nouveaux.
- Inspectez et comparez fréquemment la cohérence des résultats des tests

## 4. Installation

### 4.3 Fibre

#### 4.3.1 Sécurité

##### Précaution pour le laser

Le faisceau laser utilisé dans les communications optiques est invisible et peut sérieusement endommager les yeux. Le regarder directement ne provoque aucune douleur et l'iris de l'œil ne se ferme pas automatiquement comme il le fait lors de la visualisation d'une lumière vive. Cela peut causer de graves dommages à la rétine de l'œil. Si l'œil est accidentellement exposé au faisceau LASER, consultez immédiatement un médecin.

**NE REGARDEZ JAMAIS DANS UNE FIBRE AVEC UN LASER COUPLÉ !**

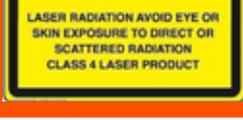


030.7110

## Aperçu de la classification des lasers

Il existe sept classifications de laser, basées sur les niveaux de risque tels que spécifiés dans la norme IEC 60825-1 Ed. 3.0 : 2013. Les classes sont 1, 1M, 2, 2M, 3R, 3B et 4. Les fabricants de lasers sont tenus d'étiqueter leurs lasers avec des avertissements et, dans des cas spécifiques, d'indiquer les valeurs d'émission du laser, les ouvertures du laser, les dangers pour la peau et les longueurs d'onde invisibles, conformément à la même norme. En outre, les lasers de classe 2 ou supérieure doivent être identifiés par l'étiquette comme indiqué ici.

Aperçu des classes de laser selon la norme CEI 60825 Ed. 3.0:2013

| Catégories de laser   | Installation  |
|---|---|
| Classe 1     | Un laser de classe 1 est sûr dans toutes les conditions normales d'utilisation, y compris lors de l'utilisation d'instruments de visualisation optiques. La classe 1 comprend également les lasers de forte puissance qui sont entièrement fermés de sorte qu'aucun rayonnement n'est accessible pendant l'utilisation (produit laser intégré)  |
| Classe 1M    | Les lasers de classe 1M sont également sûrs, y compris l'observation directe à long terme à l'œil nu. Des lésions oculaires peuvent se produire si certains instruments d'observation sont utilisés dans des circonstances particulières, comme le décrit la norme IEC 60825-1 Ed. 3.0 : 2013. La région de longueur d'onde de ces lasers est comprise entre 302,5 nm et 4000 nm  |
| Classe 2    | Les lasers de classe 2 émettent un rayonnement visible dans la gamme de longueurs d'onde de 400 à 700 nm. Il peut être dangereux de fixer délibérément le faisceau, mais l'observation à l'aide d'instruments optiques ne présente aucun autre risque   |
| Classe 2M  | Les lasers de classe 2M émettent des faisceaux laser visibles comme les lasers de classe 2 et l'exposition à court terme à l'œil nu est sans danger. Dans certaines conditions, il peut être dangereux de regarder (même temporairement) avec des instruments optiques. Cependant, l'éblouissement, le flash aveuglant et les post-images peuvent se produire, ce qui peut avoir des conséquences indirectes sur la sécurité générale |
| Classe 3R  | Les lasers de classe 3R présentent un risque accru pour la classe 2M avec une durée d'exposition plus courte avant que des dommages ne soient causés. De même, l'éblouissement, la cécité par flash et les images rémanentes ont une probabilité accrue de se produire, ce qui peut avoir des conséquences indirectes sur la sécurité générale.   |
| Classe 3B  | Les lasers de classe 3B sont normalement dangereux et permettent une observation directe, même pendant la plus courte durée. L'exposition de la peau peut causer des blessures et même présenter un risque d'inflammation de matériaux inflammables   |
| Classe 4   | Les lasers de classe 4 sont les plus dangereux et présentent un risque grave pour l'œil, tant lorsqu'ils sont vus directement qu'indirectement. Même les faisceaux réfléchis peuvent être dangereux. Ces lasers sont dangereux pour la peau et présentent également un risque d'incendie  |

# 4. Installation

## Précautions pour la manipulation des fibres optiques

Les normes applicables concernant les questions de sécurité lors du travail avec des fibres et des lasers sont l'ANSI Z136.2 ou l'IEC 60825-2.

Les extrémités cassées des fibres créées lors de la terminaison et de l'épissurage peuvent être dangereuses. Les extrémités sont extrêmement tranchantes et peuvent facilement pénétrer la peau. Elles se cassent invariablement et sont très difficiles à trouver et à enlever. Il faut parfois une pincette et une loupe pour les retirer. Tout retard dans l'extraction des fibres peut entraîner une infection. Par conséquent:

- Soyez prudent lors de la manipulation des fibres
- Ne collez pas les extrémités cassées des fibres dans vos doigts
- Ne laissez pas tomber des morceaux de fibres sur le sol où ils se colleront dans les tapis ou les chaussures et seront transportés ailleurs, comme à la maison
- Éliminez correctement tous les déchets
- Ne pas manger ni boire à proximité de la zone d'installation

## Sécurité matérielle

Les processus d'épissurage et de terminaison des fibres optiques nécessitent divers nettoyeurs et adhésifs chimiques. Les instructions de sécurité définies pour ces substances doivent également être suivies. En cas de confusion dans l'utilisation de ces produits, demandez au fabricant une fiche de données de sécurité (MSDS). N'oubliez pas les instructions suivantes lorsque vous travaillez avec le matériel.

- Travaillez toujours dans des endroits bien ventilés.
- Évitez autant que possible le contact de la peau avec les matériaux concernés.
- Évitez d'utiliser des produits chimiques qui provoquent des réactions allergiques.
- Même le simple alcool isopropylique, utilisé comme nettoyeur, est inflammable et doit être manipulé avec précaution.

## Traitements primaires en cas d'exposition à l'isopropanol et à l'hexane dans les fibres de nettoyage

| Type d'exposition     | Hexane                                   |   | Iso-Propanol                                   |  |
|-----------------------|--|---|--|--|
|                       | Effet de l'exposition                    | Traitement d'urgence  | Effet de l'exposition                          | Traitement d'urgence   |
| Inhalation            | Irritation des voies respiratoires, toux | Maintien de la respiration, repos                               | Irritation des voies respiratoires supérieures | Déplacer la victime dans une zone fraîchement aérée, lui administrer la respiration artificielle si la respiration est régulière |
| Ingestion             | Nausées, vomissements, maux de tête      | Ne pas faire vomir, consulter immédiatement un médecin          | Ivresse et vomissements                        | Faites boire de l'eau et du lait à la victime, demandez une aide médicale.   |
| Contact avec la peau  | Irritation                               | Essuyer la zone de peau touchée et se laver à l'eau et au savon | Sans danger pour la peau                       | Essuyer la zone de peau touchée et se laver à l'eau et au savon  |
| Contact avec les yeux | Irritation                               | Laver les yeux à grande eau pendant 15 minutes                  | Irritation                                     | Wash eyes with plenty of water for 15 min.   |

Traitements primaires Isopropanol & Hexane

### Sécurité lors du travail avec les fusionneuse

L'épissurage par fusion utilise une étincelle électrique. Il faut donc s'assurer qu'il n'y a pas de gaz inflammables dans l'espace où l'épissurage par fusion est effectué.

- L'épissurage doit être évité dans des endroits comme les regards, où les gaz peuvent s'accumuler.
- Il est important d'avoir une zone de travail à température contrôlée et d'une propreté impeccable pour assurer une bonne épissure.
- Il ne faut pas fumer autour des travaux sur fibre optique. Les cendres du tabagisme peuvent contribuer aux problèmes de poussière dans les fibres, en dehors du danger d'explosion posé par celles-ci en raison de la présence de substances combustibles

### Sécurité des regards / souterrains :

- Des gaz ou des vapeurs explosifs peuvent être présents dans les regards en raison de fuites de gazoducs ou de liquides à proximité. Avant de pénétrer dans un regard, testez l'atmosphère du regard avec un kit de test approuvé pour les gaz inflammables et toxiques.
- Évitez d'utiliser tout appareil produisant des étincelles ou des flammes dans le regard.

## 4. Installation

### Sécurité du travail

Pour minimiser les risques d'accident dans la zone de travail, suivez les règles spécifiées pour l'installation de barricades, de regards et de panneaux d'avertissement.

- Avant de tirer le câble directement de la forme de la figure 8, assurez-vous que la zone à l'intérieur de la boucle du câble est libre de personnel et d'équipement. Sinon, vous risquez de blesser le personnel ou d'endommager le câble en raison d'un enchevêtrement.
- Assurez-vous que les outils et l'équipement utilisés pour l'installation des câbles sont en bon état. La corrosion des équipements peut endommager les câbles ou causer des blessures au personnel. Faites attention aux risques électriques, si des lignes électriques passent par les regards ou les caveaux où l'installation est effectuée.



Protection des allées baies

## 4.3.2 Installation du câble

Tous les câbles à fibres optiques sont sensibles aux dommages causés lors de la manipulation et de l'installation. Voici quelques-uns des paramètres importants qui doivent faire l'objet d'une attention particulière lors de l'installation des câbles.

Une pose non professionnelle, par exemple sur les bords des conduits muraux, les chemins de câbles étroits et la torsion des câbles lors de leur traction, doit être évitée. Les emplacements critiques doivent donc être traités avec le plus grand soin. Nous recommandons un essai d'échantillonnage aléatoire des rayons de courbure admissibles dans les systèmes de câblage génériques après l'installation.

Tous les câbles exposés à l'eau lors de l'installation doivent être remplacés. Les câbles en fibre doivent être coupés de 1,5 m après l'installation, car cela supprime la section qui a subi la majorité de la contrainte de traction. Laisser 6 m de mou après l'installation pour gérer les terminaisons et / ou les épissures.

### Résistance à la traction du câble

*Reportez-vous à la fiche technique du fabricant du câble.*

| Résistance à la traction (N) | Breakout I-V(ZN)HH | Mini-Breakout I-V(ZN)BH | Central Loose Tube I/A-DQ(ZN)BH | Stranded Loose Tube I/A-DQ(ZN)BH |
|------------------------------|--------------------|-------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| Dynamique                    | 1500               | 2400 – 3500 – 4500      | 1000                            | 5000                             |
| Statique                     | 500                | 800 – 1150 – 1500       | 5000                            | 3500                             |

Résistance à la traction des câbles FO

Utilisez des fusibles mécaniques ou une protection équivalente lorsque vous posez des câbles à fibres optiques, afin de vous assurer que la charge de traction maximale établie par le fabricant du câble n'est pas dépassée. Pour éviter la pénétration d'eau et d'autres contaminants lors de l'installation, le câble optique doit toujours rester étanche.

Le dépassement des forces de traction du câble peut provoquer une tension sur la fibre, ce qui peut augmenter l'atténuation et pourrait être irréversible.

Les câbles intérieurs et extérieurs doivent être utilisés comme indiqué.

Il peut arriver que des câbles doivent être (ré)enroulés sur un autre tambour. Le nouveau tambour doit être comme neuf, c'est-à-dire qu'il ne doit pas être endommagé au point d'endommager le câble pendant le rembobinage. Le rayon du nouveau tambour doit être conforme au rayon de courbure minimum du câble. La résistance maximale à la traction doit également être respectée lors de l'enroulement du câble. Les données originales du câble doivent être copiées sur le nouvel enrouleur. Le dépassement des forces de traction spécifiées, en particulier en relation avec des rayons de courbure trop petits (résultat principal des forces élevées), peut altérer négativement les propriétés du câble.

# 4. Installation

## Rayon de courbure des câbles

Lorsque les rayons de courbure des fibres sont trop serrés lors de l'installation et également dans les conduits de câbles et les boîtiers, des microfissures peuvent se produire.

Il en résulte une atténuation plus importante et une diminution drastique de la durée de vie de la fibre. Le rayon de courbure doit être constamment vérifié lors de la pose d'un câble d'installation.

En cas d'insuffisance notable des rayons prévus, de contrainte appliquée au câble d'installation ou d'endommagement par des tiers, la réception doit être refusée et le remplacement du câble est exigé. Les mauvaises procédures d'installation, c'est-à-dire : pliage, rayons de courbure, contrainte appliquée au câble, torsion entraînant un endommagement du câble, seront considérées comme relevant de la responsabilité de l'installateur. Les câbles à fibres optiques sont conçus avec un rayon de courbure et une résistance à la traction particuliers. Le câble ne doit jamais être plié en dessous du rayon de courbure minimum, quel que soit l'endroit où il se trouve. Cela pourrait entraîner des pertes par flexion et/ou des ruptures de câble. En général, le rayon de courbure d'un câble est supérieur à  $20 \times D$ , où  $D$  est le diamètre du câble.

| Rayon de courbure (mm) | Breakout I-V(ZN)HH     | Mini-Breakout I-V(ZN)BH | Central Loose Tube I/A-DQ(ZN)BH | Stranded Loose Tube I/A-DQ(ZN)BH |
|------------------------|------------------------|-------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| Avec charge            | $\geq 100 - 150 - 175$ | $\geq 75 - 100 - 100$   | $\geq 100$                      | $\geq 150 - 180 - 220$           |
| Sans charge            | $\geq 150 - 250 - 280$ | $\geq 130 - 150 - 150$  | $\geq 60$                       | $\geq 150 - 180 - 220$           |

Rayon de courbure du câble FO

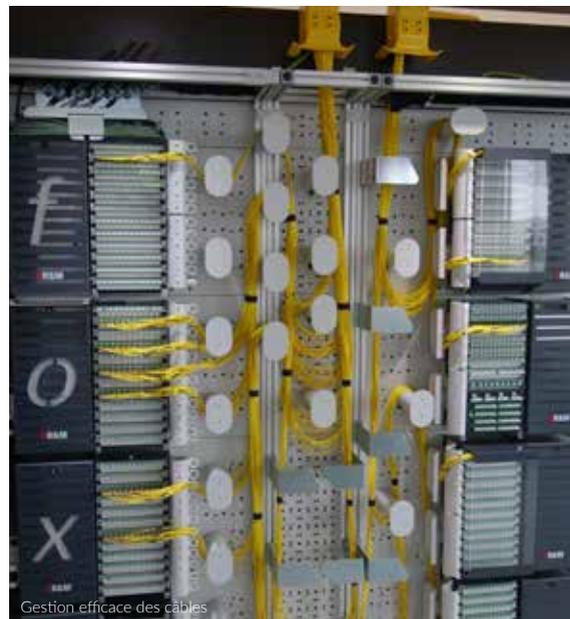
## Gestion des câbles

Les câbles FO dans les colonnes montantes doivent avoir 2 boucles installées tous les 10 m pour éviter les tensions de traction dues à l'affaissement des fibres induit par la gravité. Le diamètre de la boucle doit respecter le rayon de courbure minimum.

Les câbles FO doivent être installés avec plus de soin, surtout lorsqu'ils entrent dans les armoires. Il faut également veiller à ce que les câbles aient suffisamment de résistance à la traction au niveau des panneaux de brassage (Velcro) et lorsqu'ils entrent dans l'armoire.

De préférence, nous souhaiterions avoir un tracé différent pour le cuivre et la fibre. Nous recommandons donc que les câbles à fibres optiques soient acheminés et connectés une fois que le cuivre est terminé.

Lorsque cela est possible (principalement DC), utilisez des gaines de câbles spécialement conçues pour les fibres.



Gestion efficace des câbles

### 4.3.3 Préparation des câbles

Les câbles à fibres optiques ne doivent être terminés qu'avec des outils appropriés. Si, par exemple, un couteau ou un outil de dénudage inapproprié est utilisé pour dénuder les câbles, il y a un risque d'endommager le fonctionnement interne du câble. Si tel est le cas, il est très probable que des ruptures de fibres, des contusions ou d'autres sources d'erreur seront causées. Il est également important d'utiliser les fils d'arrachage (s'il y en a) lors du dénudage de la gaine extérieure. S'il y a deux fils de déchirure, il faut également les utiliser tous les deux.

Si le câble comporte un matériau de remplissage ou une protection contre les rongeurs, il doit être coupé à l'endroit où la gaine extérieure a été retirée. Selon l'application, il est recommandé d'enlever jusqu'à 4 m de la gaine du câble. Certains clients prescrivent également une longueur spéciale pour le stockage des loose tubes. Le câble dénudé doit être bien fixé et les loose tubes, s'ils sont torsadés, doivent être traités avec un séchoir à air chaud pour qu'ils soient droits et ne présentent plus de torsion. Les loose tubes eux-mêmes doivent être préparés avec un outil approprié. Il existe des pinces coupantes de différents diamètres ou des outils qui rayent les loose tubes pour les nettoyer à la main.

Ensuite, les fibres doivent être nettoyées jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de résidus de gel. Pour cela, il existe différents produits de nettoyage spéciaux. Si nécessaire, l'alcool isopropylique peut également être utilisé sans problème. Il existe également des câbles loose tube sans gel, appelés câbles loose tube secs. À l'endroit où le loose tube est inséré dans une cassette d'épissure, un ruban adhésif approprié (ruban de fibre de verre ou ruban de tissu) doit être inséré autour du loose tube, car ce dernier risque de glisser sur les seuls serre-câbles.

Le ruban isolant commercial n'est pas recommandé, car il peut se détacher lorsque la cassette de jonction est chaude et donc ne plus être maintenue en place de manière sûre. Le revêtement de la fibre doit être enlevé avec un décapant spécial (pince de meunier), puis la fibre nue doit être nettoyée avec un chiffon non pelucheux et de l'alcool isopropylique avant toute autre préparation.



Outils pour la préparation et la terminaison des câbles à fibres optiques

# 4. Installation

## 4.3.4 Raccordement du câble à fibres optiques

### Raccordement des fiches

Il existe plusieurs façons de raccorder les câbles à fibres optiques, telles que, mais sans s'y limiter

- Raccordement terrain
- Raccordement câble Break-out
- Épissure par fusion
- Épissure mécanique

### Marquage et codage couleur des traversées et fiches FO

Un codage correct, par exemple par la couleur des fiches et des traversées, est important. Il garantit que l'accouplement de différentes fibres ne se produit pas. Pour les liaisons duplex, utilisez des dispositifs de détrompage supplémentaires pour garantir la bonne polarité.

Pour distinguer les traversées et fiches monomodes et multimodes, utilisez uniquement les couleurs suivantes :

- |                             |   |
|-----------------------------|---|
| • Multimode 50um et 62,5 um | Beige, noir, aqua, magenta ou vert citron |
| • Monomode PC               | Bleu                                      |
| • Monomode APC              | Vert                                      |

### Raccordement FO Field

Le FO Field est une fiche de terrain qui est disponible en LC et SC ainsi qu'en multimode et toutes les variantes monomodes. Grâce à sa facilité de manipulation et à ses bonnes performances, c'est une fiche très utile pour les réparations, les petites commandes de service, les applications et productions spéciales et lorsqu'il n'est pas possible de les raccorder. Pour l'attacher à une fibre, il suffit d'une cliveuse pour casser proprement la fibre à laquelle vous voulez l'attacher



030.6320  
Fiche LC APC FO Field

**Le processus d'assemblage du FO Field est simple :**



Étape 1 - 021.2716



Étape 2 - 021.4744



Étape 3 - 021.4749

### **Préparation et clivage du câble**

Coupez la fibre à la longueur

### **Insérez le câble à l'arrière de la fiche**

Insérez la fibre dans la fiche jusqu'à ce qu'elle s'arrête, verrouillez la fibre en place en appuyant sur la fenêtre et serrez

### **Assurez la résistance à la traction**

Fixez la décharge de traction au connecteur

Connecteur FO FO Field assemblé



Manuel d'installation  
FO Field

# 4. Installation

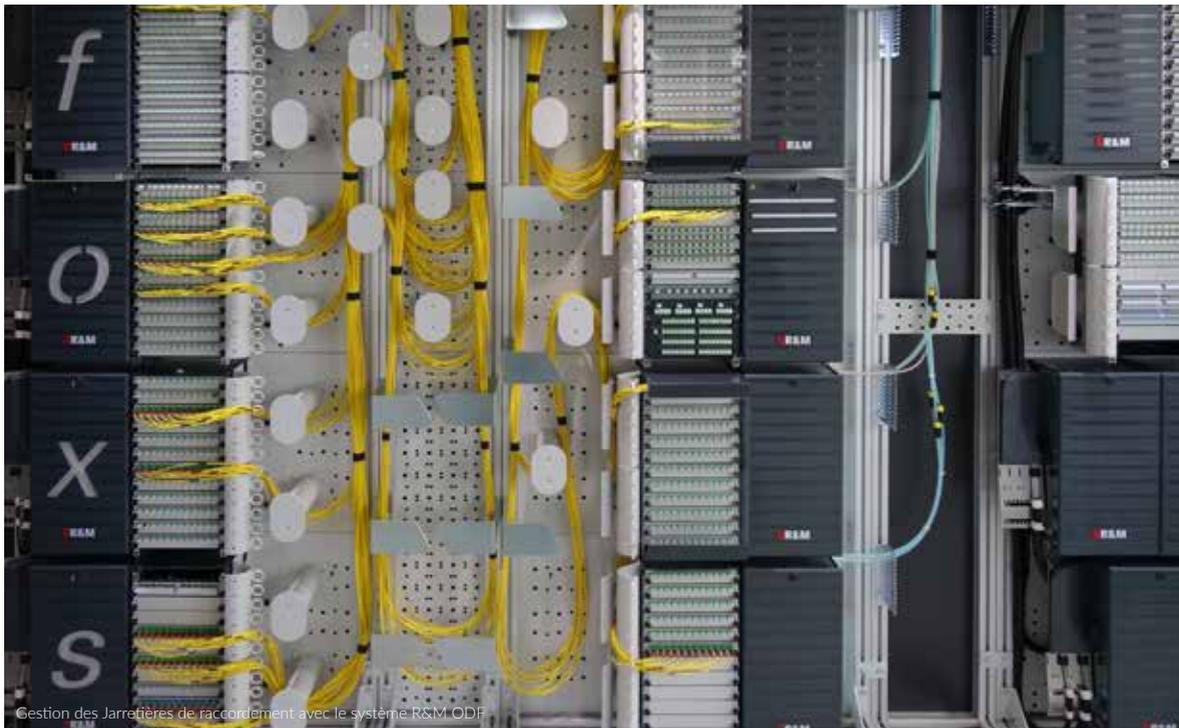
## 4.3.5 Jarretières de brassage

Il est recommandé d'utiliser des jarretières de brassage fibre insensibles à la flexion car elles sont devenues un facteur clé important pour atteindre les performances cible du channel.

Les jarretières de brassage doivent être remplacées après 1000 accouplements.

Lors de l'utilisation de MAC avec des jarretières de brassage, il faut veiller à ne pas appliquer de contraintes excessives à la jarretière de brassage concernée, ni aux jarretières de brassage dans l'environnement direct. La force de traction maximale sur les jarretières de brassage ne doit pas être dépassée, veuillez consulter la fiche technique correspondante pour connaître les valeurs.

Il est fortement recommandé d'utiliser les jarretières R&M avec tout système R&M installé.

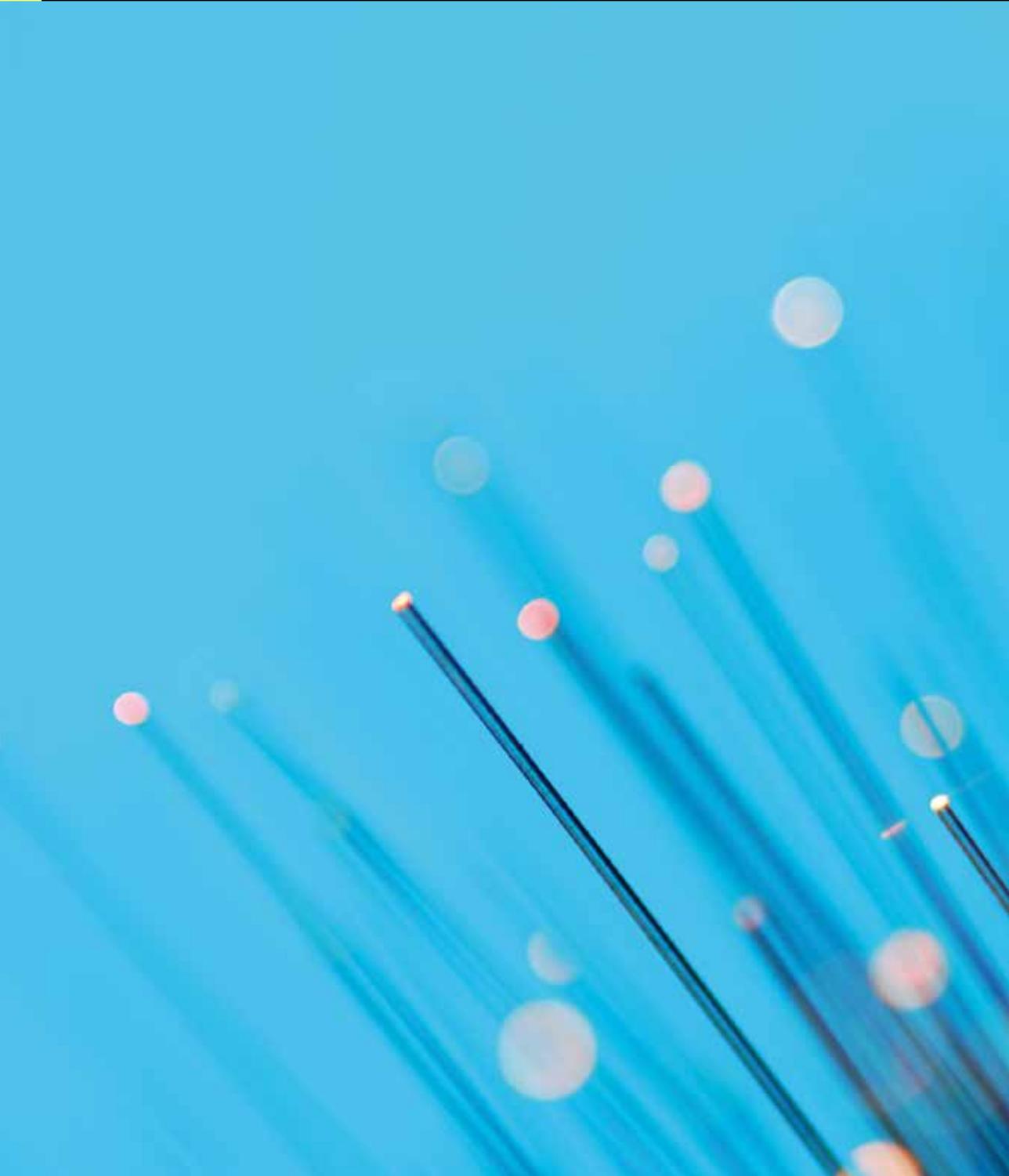


## 4.4 Liste de contrôle d'installation

Voici les caractéristiques d'une installation correcte et professionnelle:

- Un personnel adéquat doit être présent sur le site pour tirer les câbles d'installation.
- Avant d'acheminer les câbles, les bords des ouvertures et des tuyaux doivent être arrondis, afin d'éviter d'endommager la gaine lorsque les câbles seront ensuite acheminés et fixés.
- Les conduits de câbles doivent être utilisés pour traverser les murs. N'oubliez pas que la norme exige que ces espaces ne soient occupés qu'à 50 %, c'est-à-dire qu'il est prévu d'ajouter la même quantité de câbles pendant la durée de vie des câbles actuels.
- Lors de l'installation du câble, le rayon de courbure ne peut être inférieur à celui spécifié par le fabricant du câble. Il en va de même après l'installation du câble.
- Pour éviter d'endommager accidentellement les câbles, ceux-ci doivent être posés directement à partir des bobines de câble le long des chemins de câbles et ne doivent pas être posés sur plusieurs mètres au sol.
- Veiller à ce que des outils adéquats pour dérouler, poser et/ou tirer les câbles ainsi que des poulies pour les angles soient disponibles et que le personnel soit instruit de leur utilisation.
- Tout signe de contrainte ou de torsion dans l'isolation de la gaine du câble ou des conducteurs doit être évité (par exemple causé par une mauvaise fixation ou par le poids des câbles d'installation croisés).
- Le rayon de l'itinéraire du lien doit être choisi de manière à ce que le rayon de courbure minimum spécifié soit maintenu lors du changement de direction.
- Les conduits ou chemins de câbles métalliques doivent être correctement connectés et liés à la terre.
- Ne regroupez pas les câbles (en particulier U/UTP) ensemble. Si cela n'est pas possible / pratique, limitez le nombre de câbles regroupés.
- Les pistolets serre-câbles ou outils similaires ne devraient pas être utilisés pour fixer les divers types de câbles, ni pour fixer des serre-câbles afin de soulager la tension des modules de connexion.
- Aucune pression ne peut être exercée sur les câbles en raison d'une mauvaise fixation à l'aide d'installateurs de câbles rapides ou d'attaches de câbles. Le principe de base est que la géométrie de la gaine du câble ne doit pas changer.
- Les chemins de câbles doivent être fermés une fois les travaux terminés (planchers surélevés, conduits muraux, etc.) pour éviter la saleté et les dommages qui pourraient influencer les propriétés de transmission des câbles installés.
- Les câbles de données sont sensibles aux sources directes de chaleur: les soufflantes à air chaud ou les brûleurs à gaz utilisés pour l'installation des gaines thermorétractables ne doivent pas être utilisés à proximité des câbles de données.
- Si des produits chimiques sont utilisés pour faciliter la traction des câbles, assurez-vous qu'ils sont compatibles avec le matériau de la gaine du câble.
- Cela s'applique également à tout produit chimique (principalement de type spray) utilisé pour d'autres types de câbles susceptibles d'entrer accidentellement en contact avec des câbles de données.

## 5. Post-installation





# 5. Post-installation

## 5.1 Généralités

### 5.1.1 Précision des mesures

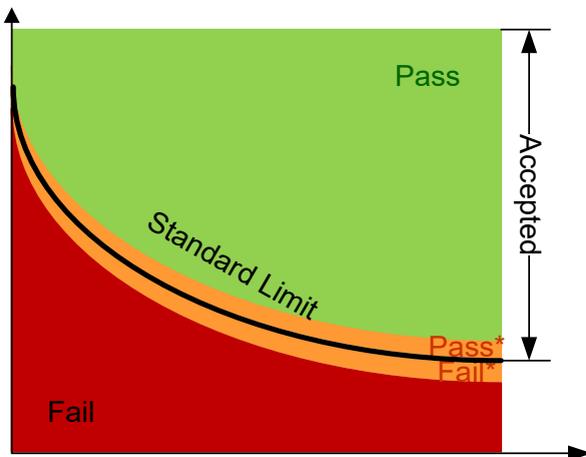


**QUAND UN « PASSE » EST UN « PASSE » ET QUAND UN « ÉCHEC » EST UN « ÉCHEC » ?**

Lors du test des installations de câblage sur le terrain, des questions se posent toujours concernant les lectures des équipements de et l'analyse des mesures. Le client, généralement l'installateur, ne veut naturellement voir que «passe» et un astérisque ou un avertissement est vu avec suspicion. Quels sont exactement les faits?

Les normes EN 50173 et ISO/IEC 11801 contiennent uniquement les valeurs à prévoir pour le câblage. L'aspect «comment tester» n'est pas couvert ou n'est couvert que de manière rudimentaire. La norme IEC 61935-1 est utilisée à cet effet: «Spécification pour les tests des technologies de l'information symétriques et coaxiales - Partie 1: Câblage symétrique installé tel que spécifié dans la série de normes EN50173». Cette norme décrit la précision de l'équipement de test et la communication des données, entre autres éléments.

Tout équipement de test a une certaine précision; c'est-à-dire que la mesure affichée peut être incorrecte de +/- une certaine quantité. Ceci est illustré dans le diagramme suivant:



Tolérance de mesure de l'équipement de test

Le résultat de test d'un paramètre doit être marqué d'un astérisque (\*) lorsque le résultat est plus proche de la limite de test que de la précision de mesure.

Une condition globale de réussite ou d'échec doit être déterminée par les résultats des tests individuels requis. Tout ÉCHEC ou ÉCHEC\* entraînera un ÉCHEC global, sauf indication contraire dans un accord d'assurance qualité. Afin d'atteindre une condition de réussite globale, tous les résultats individuels doivent être PASSE ou PASSE\*.



**"ECHEC\*" OU ECHEC EST UN ÉCHEC GLOBAL - "PASSE\*" OU PASSE EST UN PASSE GLOBAL**

Il est fortement recommandé de tester le lien permanent (PL) dans les normes autorisées, car il s'agit d'un test plus rigoureux qui permet de modifier avec souplesse les cordons de brassage du système sans avoir à refaire le test. Si des tests channel sont entrepris, les normes identifient la nécessité de maintenir la connexion des cordons de brassage dans le système une fois le test effectué.

Cela signifie que lors de la réalisation de tests pour le channel un seul jeu de cordons de brassage ne peut pas être utilisé pour rester avec le testeur et réaliser tous les tests. Le test du channel signifie que tous les cordons de brassage de l'ensemble du système aux deux extrémités doivent être en place et utilisés dans le cadre du test. Si un cordon de brassage est remplacé, le lien doit être testé à nouveau. R&M n'autorise que les produits R&MfreeNet dans le cadre de notre système de garantie et, par conséquent, lors des tests sur le channel, seuls les cordons de brassage R&M doivent être utilisés.

*La demande de garantie nécessite une certification d'étalonnage valide (pdf) pour l'équipement de test utilisé (généralement une fois par an) et pour les liaisons par fibre optique également les plans de câbles à soumettre.*

# 5. Post-installation

## 5.2 Cuivre

### 5.2.1 Équipement de certification approuvé pour la classe D/E/E<sub>A</sub> / Class I

La demande de garantie nécessite une certification d'étalonnage valide pour les équipements de test (généralement une fois par an). Les testeurs qui indiquent la dernière date d'étalonnage dans les rapports de test ne doivent pas présenter de certificat d'étalonnage distinct

Les équipements de test énumérés sont approuvés pour l'exécution de mesures de certification et la production d'un fichier de mesure original, qui est nécessaire pour demander une garantie (voir «Annexe 1 du programme de garantie» chapitre 4.2).

| Class D   | Cat. 5e | MHz<br>1 - 100 | Class E   | Cat. 6 | MHz<br>1 - 250 | Class E <sub>A</sub>                                  | Cat. 6 <sub>A</sub> | MHz<br>1 - 500 |   |
|---|---------|----------------|---|--------|----------------|---|---------------------|----------------|---|
| AEM<br>TestPro CV100                                  |         |                | AEM<br>TestPro CV100                                  |        |                | AEM<br>TestPro CV100                                  |                     |                |     |
| Fluke<br>DSX-600/5000/8000<br>VersivTM                |         |                | Fluke<br>DSX-600/5000/8000<br>VersivTM                |        |                | Fluke<br>DSX-600/5000/8000<br>VersivTM                |                     |                |   |
| Ideal<br>LanTEK II, LanTEK III,<br>LanTEK IV (≥V1.34) |         |                | Ideal<br>LanTEK II, LanTEK III,<br>LanTEK IV (≥V1.34) |        |                | Ideal<br>LanTEK II, LanTEK III,<br>LanTEK IV (≥V1.34) |                     |                |  |
| Softing<br>WireXpert WX4500<br>WireXpert WX500        |         |                | Softing<br>WireXpert WX4500<br>WireXpert WX500        |        |                | Softing<br>WireXpert WX4500<br>WireXpert WX500        |                     |                |  |
| VIAVI<br>Certifier 10G, Certifier 40G                 |         |                | VIAVI<br>Certifier 10G, Certifier 40G                 |        |                | VIAVI<br>Certifier 10G, Certifier 40G                 |                     |                |   |

Matériel de test accepté pour les demandes de garantie

Les équipements de certification approuvés pour les systèmes de classe 1 peuvent être trouvés en ligne à l'adresse [www.rdm.com](http://www.rdm.com)

### Notes

- Classe E<sub>A</sub> et Cat. 6A ne spécifient pas la même performance
- Il s'agit de l'état au moment de la publication du document.  
Le statut en cours de validité de la liste est disponible sur le site Internet de R&M: [www.rdm.com](http://www.rdm.com)
- L'équipement de test doit être régulièrement référencé
- Tous les câbles pré-connectés doivent être testés après l'installation, en particulier pour l'application de la garantie

## 5.2.2 Adaptateur de test approprié pour la classe D/E/E<sub>A</sub>/Classe I

En principe, l'une des normes suivantes peut être sélectionnée pour tester en fonction de l'installation:

| Permanent Link (PL)<br>Class D / Cat. 5e | Permanent Link (PL)<br>Class E / Cat. 6 | Permanent Link (PL)<br>Class E <sub>A</sub> / Cat. 6A | Permanent Link (PL)<br>Class I / Cat. 8.1 |
|--|---|---|---|
| ISO 11801-1 PL Class D                   | ISO 11801-1 PL Class E                  | ISO 11801-1 PL 2 Class E <sub>A</sub>                 | ISO 11801-1 PL Class I                    |
| EN 50173 PL Class D                      | EN 50173 PL Class E                     | ISO 11801-1 PL 3 Class E <sub>A</sub>                 | EN 50173 PL Class I                       |
| TIA Cat. 5e PL                           | TIA Cat. 6 PL                           | EN 50173 PL 2 Class E <sub>A</sub>                    | TIA Cat. 8.1 PL                           |
|  |   | EN 50173 PL 3 Class E <sub>A</sub>                    |   |
|  |   | TIA Cat. 6A PL  |   |
| Channel Link<br>Class D / Cat. 5e        | Channel Link<br>Class E / Cat. 6        | Channel Link<br>Class E <sub>A</sub> / Cat. 6A        | Channel Link<br>Class I / Cat. 8.1        |
| ISO 11801-1<br>Channel Class D           | ISO 11801-1<br>Channel Class E          | ISO 11801-1<br>Channel Class E <sub>A</sub>           | ISO 11801-1<br>Channel Class I            |
| EN 50173<br>Channel Class D              | EN 50173<br>Channel Class E             | EN 50173<br>Channel Class E <sub>A</sub>              | EN 50173<br>Channel Class I               |
| TIA Cat. 5e Channel                      | TIA Cat. 6 Channel                      | TIA Cat. 6A Channel                                   | TIA Cat. 8.1 Channel                      |

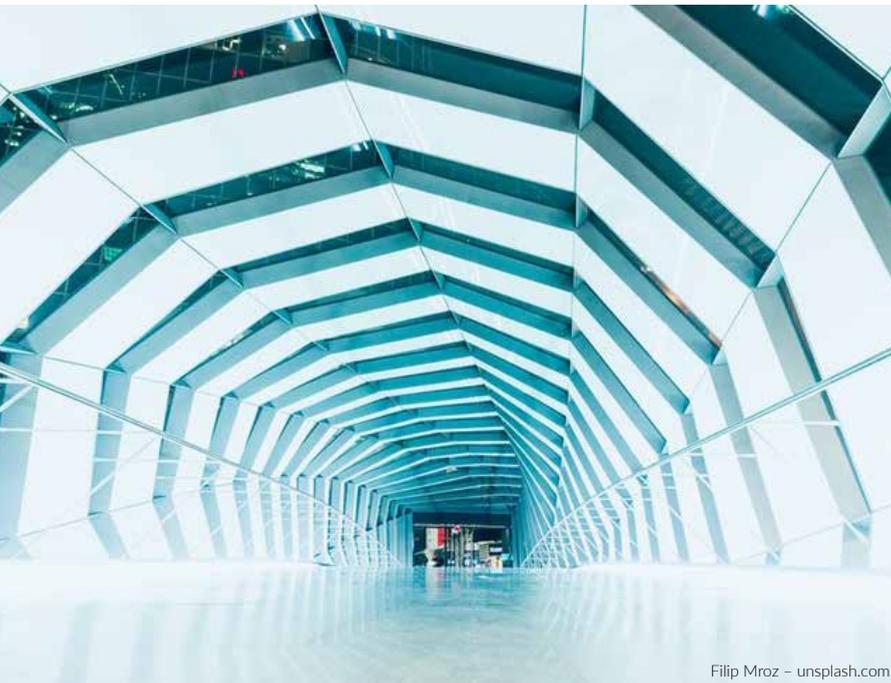
Sélection de la norme des équipements de test

# 5. Post-installation

| Module   | Câble  | PL & CH<br>Class E / Cat. 6<br>(ISO/EN/TIA) | PL & CH<br>Class E <sub>A</sub> / Cat. 6 <sub>A</sub><br>(ISO/EN/TIA) | PL & CH<br>Class I / Cat. 8.1<br>(ISO/EN/TIA) |
|--|--|---|---|---|
| Cat. 6<br>                  |  | OK  | –   | –   |
| Cat. 6 <sub>A</sub> EL<br>  | Câbles minimums<br>approuvés pour 500<br>MHz et plus | OK  | OK  | –   |
| Cat. 6 <sub>A</sub> ISO<br> |  | OK  | OK*   | –   |
| Cat. 8.1<br>                | Câbles approuvés<br>pour 2000 MHz                    | OK  | OK  | OK  |

\*Meilleur de sa catégorie

Sélection de l'adaptateur d'équipement de test

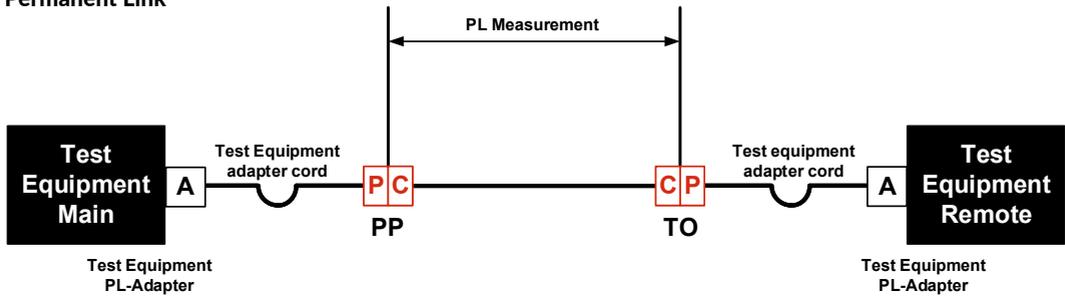


Filip Mroz - unsplash.com

## 5.2.3 Configurations de test des liens

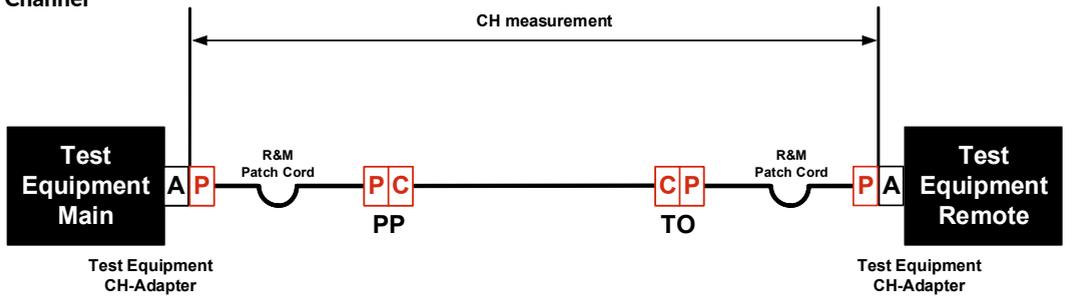
Le programme de garantie prévoit les trois configurations de test suivantes pour le câblage en cuivre.

### Permanent Link



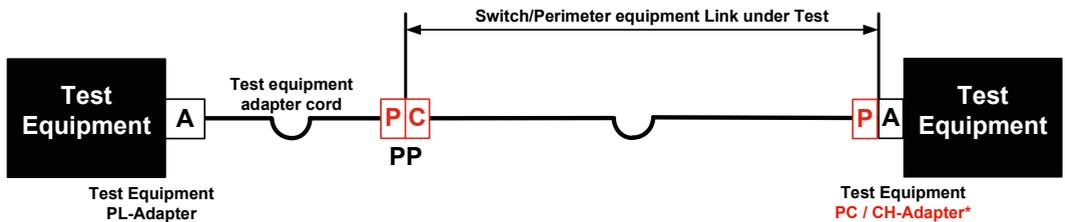
Exemple de lien de test PL

### Channel



Exemple de lien de test CH

### MPTL ( Modular Plug Terminated Link )

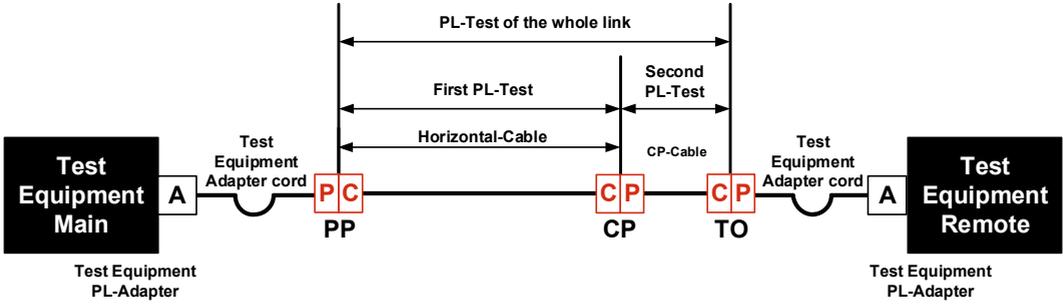


**\*CHECK MANUFACTURER INSTRUCTIONS**

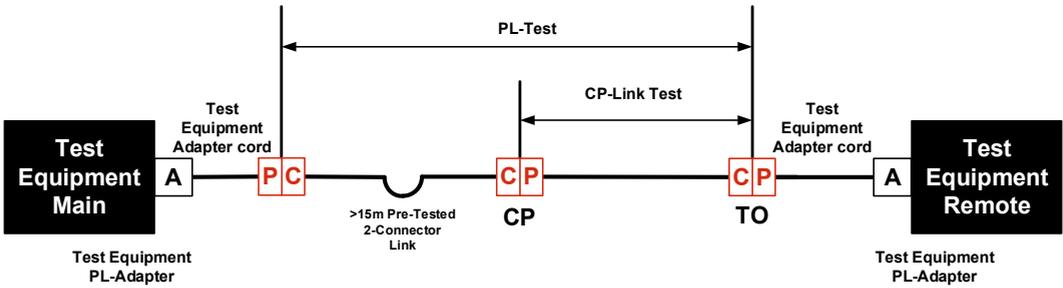
Exemple de lien de test MPTL

# 5. Post-installation

## Permanent Link avec Point de Consolidation



Exemple de lien de test PL CP avec la méthode 1



Exemple de lien de test PL CP avec la méthode 2

## 5.2.4 Analyse des mesures

Dans l'image ci-dessous, vous trouverez un grand nombre des paramètres importants énumérés.

Une échec dans le schéma de câblage indique que la plupart des paires sont mal connectées ou qu'il y a un problème avec l'écran.

Les défaillances de Return Loss indiquent souvent que les paramètres du câble ont changé, soit que le rayon de courbure et/ou la résistance à la traction n'ont pas été respectés, soit que le câble a été soumis à l'humidité. L'analyse de la trace ci-dessous montre une perturbation accrue du câble, indiquant une traction trop forte du câble sous une flexion serrée.

| Summary               |           | FAIL |
|-----------------------|-----------|------|
| E-1.38                |           |      |
| ISO11801 PL2 Class Ea |           |      |
| ✗ Wire Map            |           |      |
| ✓ Resistance          |           |      |
| ↑ Length              | 53.8 m    |      |
| ✓ Prop. Delay         |           |      |
| ✓ Delay Skew          |           |      |
| ✓ Insertion Loss      | (20.3 dB) |      |
| ✓ Return Loss         | (3.4 dB)  |      |
| ✓ NEXT                | (9.0 dB)  |      |

| Summary               |           | FAIL |
|-----------------------|-----------|------|
| E-1.38                |           |      |
| ISO11801 PL2 Class Ea |           |      |
| ✓ Wire Map            |           |      |
| ✓ Resistance          |           |      |
| ↑ Length              | 103.4 m   |      |
| ✓ Prop. Delay         |           |      |
| ✓ Delay Skew          |           |      |
| ✗ Insertion Loss      | (-4.1 dB) |      |
| ✓ Return Loss         | (3.5 dB)  |      |
| ✓ NEXT                | (9.0 dB)  |      |

Un échec en Perte d'Insertion va souvent de pair avec des longueurs qui dépassent l'allocation maximale de liens de la norme.

Si le NEXT échoue, c'est souvent dû à une mauvais raccordement des connecteurs. L'exemple ci-dessous montre clairement que le connecteur de droite a été mal connecté.

Analyse de l'évaluation des mesures

# 5. Post-installation

## Description détaillée des étapes

### Étape 1

Un niveau de batterie faible peut avoir une influence négative sur les résultats des tests. Cette influence varie d'un équipement de test à l'autre. Il est donc préférable d'éviter les faibles niveaux de batterie sur vos équipements de test. Prenez l'habitude de recharger chaque fois que vous prenez une longue pause ou que vous terminez la journée.

### Étape 2

Certains appareils permettent de préprogrammer les limites de test par projet, ce qui évite toute confusion lors de l'utilisation du même appareil pour différents projets. Si ce n'est pas le cas, assurez-vous de choisir la bonne norme et la bonne configuration de liaison. Gardez à l'esprit les normes ISO et EN : les liens sont des mesures de "CLASSE" et le TIA est en "CAT", mais tous les composants ont une classification "CAT".

### Étape 3

Sélectionnez le type de câble qui sera testé, c'est-à-dire non blindé (U/UTP) ou blindé (U/FTP, F/UTP, F/FTP, S/FTP), si vous n'êtes pas sûr, vérifiez la gaine du câble. Sauf indication contraire, il est plus facile de sélectionner le type générique de câble et d'ajuster ensuite manuellement la NVP du câble (étape 5). Dans le cas d'un câble blindé, il est souhaitable de tester la continuité du blindage.

### Étape 4

Choisissez la catégorie du câble ; celle-ci est indiquée sur la gaine du câble.

### Étape 5

Définissez la valeur NVP, qui est également indiquée sur la gaine du câble. Ce paramètre est important pour s'assurer que la bonne longueur de câble électrique est affichée et pour trouver le bon endroit en cas de problème avec la liaison.

### Étape 6

Pour garantir une précision maximale des résultats des tests en cuivre, effectuez cette procédure de référence tous les 30 jours. La plupart des clients fixent la référence quotidiennement.

### Step 7

Assurez-vous que vous utilisez le bon adaptateur pour le lien testé, c'est-à-dire n'utilisez pas Cat. 6 pour tester les liens de classe Class E<sub>A</sub>. Certains fabricants ont des adaptateurs PL et CH dédiés, donc ne les mélangez pas ou n'utilisez pas d'adaptateurs CH de votre mesure de liens permanents.

### Étape 8

Mesurez le lien testé, tout en vous assurant que la nomenclature et l'étiquetage sont conformes aux exigences et aux normes. Vérifiez qu'il n'y a pas de défauts apparents ou de pièces cassées.

### Étape 9

Analysez les résultats des tests et vérifiez s'ils sont conformes aux exigences du projet. Par exemple, les liens avec le Cat. 6A R&Mfreeenet doivent avoir un NEXT supérieur à 4 dB, des valeurs inférieures reflètent des problèmes de connectivité. De très faibles valeurs RL peuvent indiquer des problèmes avec le câble. S'il y a des problèmes avec une liaison, notez-les et signalez-les au chef d'équipe afin que d'autres mesures correctives puissent être prises.

### Étape 10

Sauvegardez les bons résultats des tests avec la nomenclature correcte dans le dossier approprié.

### Étape 11

Créez la documentation du projet pour le client, y compris les résultats des tests organisés.

## 5.3 Fibre

### 5.3.1 Équipement de certification approuvé pour la fibre optique

La R&M accepte toutes les formes d'équipements de test adaptés à la mesure des fibres optiques, tant le LSPM (Light Source Power Meter) que l'OTDR (Optical Time Domain Reflectometer), toutes les marques et tous les modèles sont acceptables. Un testeur doit être capable de stocker les résultats des tests afin de permettre l'organisation et le transfert électronique de ces résultats en cas de demande de garantie.

La R&M recommande l'utilisation d'un LSPM (Photomètre) pour la mesure des résultats, car cela fournit des chiffres plus précis et est généralement plus rapide à tester.

Tous les équipements utilisés pour les tests doivent être calibrés conformément aux procédures documentées du fabricant de l'équipement technique. La fréquence d'étalonnage est en général annuelle. La preuve de l'étalonnage doit être incluse lors de la demande de garantie.

***Toutes les mesures sur le terrain doivent être effectuées avec des câbles de mesure de référence.***

Les instruments de mesure doivent être capables de stocker les résultats des tests sous forme électronique. Les résultats originaux peuvent alors être gérés plus facilement et doivent être transmis par voie électronique en cas de demande de garantie. Les tableaux écrits manuellement ou les PDF ne sont pas acceptés !

Pour les mesures OTDR (Réflectométrie), les mesures doivent être traitées avec un programme d'analyse (Fibercable, Fastreporter, Fiberdoc, Linkware etc.) et documentées proprement. Les événements doivent être réglés, les bobines amorces, les connexions et la distance doivent être clairement visibles. Si des mesures en boucle sont effectuées, les événements de la transition "Link-Loop-Link" doivent également être définis. Le tableau des valeurs / le tableau des événements doit contenir les événements de la liaison et respecter les valeurs limites de la norme requise.

Il est très important de définir les événements car, avec de bonnes connexions APC, il est parfois impossible de voir où commence ou se termine le lien ou s'il y a des connexions. Il n'est alors plus possible de déterminer où se trouvent les transitions des bobines amorces ou de la liaison de retour en boucle. Il est donc important pour le technicien de mesure de connaître la longueur exacte de ses résultats de test afin de pouvoir effectuer une évaluation propre par la suite.

***Les mesures OTDR qui ne sont pas traitées et correctement documentées, ce qui rend impossible de retracer les itinéraires installés, ne seront pas acceptées et rejetées pour la demande de garantie.***

# 5. Post-installation

## Mesures directes MPO en photométrie (LSPM)

Comme cette méthode de câblage est relativement nouvelle et n'est pas encore décrite dans les normes, nous aimerions commenter ce sujet avec nos recommandations et spécifications. En général, nous recommandons de tester les liaisons MPO avec les fanouts si un test conventionnel est nécessaire.

Si le MPO doit être mesuré directement, c'est-à-dire que les méthodes de mesure conventionnelles ne sont pas applicables, les instruments de mesure du MPO utilisés doivent pouvoir tester et identifier les paramètres suivants :

- Longueur (doit être mesurée par l'appareil)
- Atténuation & budget
- 2 longueurs d'onde (MMF 850/1300 nm & SMF 1310/1550 nm)

Peu de ces testeurs MPO sont encore disponibles sur le marché. Le principe de fonctionnement est le même que pour la mesure LSPM (voir [chapitre 5.3.5](#)). Il y a des différences dans les valeurs limites car celles-ci n'ont pas encore été définies dans la norme. Étant donné que seules quelques applications IEEE sont possibles pour le câblage direct MPO jusqu'à présent, il convient de prêter attention à leurs limites.

En pratique, la longueur maximale autorisée de la liaison et l'atténuation totale maximale sont alors définies comme des valeurs limites. Le compteur mesure alors les valeurs effectives (longueur et atténuation) et indique la réserve d'atténuation.

## Mesures directes MPO en réflectométrie (OTDR)

Certaines précautions doivent être prises lors de la mesure du câblage MPO directement avec un OTDR. À l'heure actuelle, il n'existe pas d'appareils de mesure OTDR avec connexion MPO et cordons de référence MPO. Les variantes de mesure suivantes sont actuellement possibles.

- Utiliser des fanouts ou des cassettes MPO sur les deux côtés et effectuer une mesure conventionnelle ou en boucle
- Utiliser un commutateur MPO OTDR (les fabricants d'appareils OTDR proposent de tels commutateurs MPO)

Dans la mesure OTDR du câblage direct MPO, la connexion MPO est divisée en fibres individuelles par le fanout ou le commutateur MPO. Une mesure OTDR normale est alors effectuée (voir [chapitre 5.3.6](#)). Pour les cartouches de type fanout ou MPO, les transitions de connecteur (LC de fanout et MPO) sont affichées comme un événement dû à la zone morte du compteur. Si les événements doivent être affichés séparément (c'est-à-dire comme deux événements individuels), les fanouts doivent être suffisamment longs et la largeur d'impulsion du testeur adaptée.

Le commutateur MPO est connecté entre l'OTDR et l'alimentation et contrôle les fibres individuelles du trunk MPO. D'autre part, un fanout ou une cassette MPO doit être utilisé pour que la fibre arrière puisse être insérée. Si les cordons de lancement et de queue du MPO sont disponibles, ils peuvent être utilisés et l'utilisation du fanout ou de la cassette n'est pas nécessaire.

*Pour les connexions MPO, il est particulièrement important que les surfaces des connecteurs soient inspectées et 100% propres avant l'insertion. Le MPO est extrêmement sensible à la contamination car il affecte plusieurs fibres en même temps. De plus, les budgets de perte / atténuation sont très stricts et permettent peu de tolérance.*

## 5.3.2 Configurations de test des liens

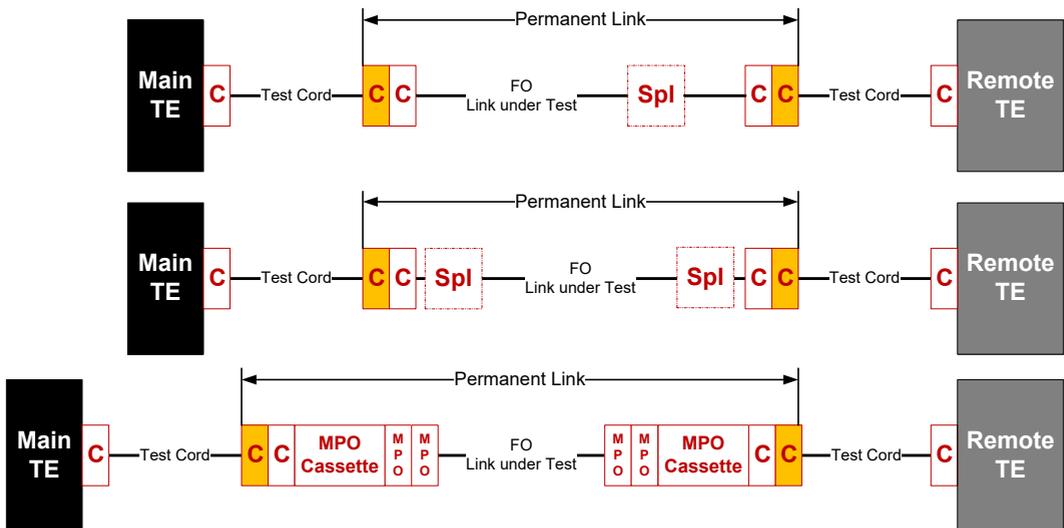
Le programme de garantie prévoit les trois configurations suivantes pour le câblage en fibre optique.

*Exigences générales et atténuation des liens selon la version actuelle des normes.*

### Lien permanent

La mesure de la liaison permanente permet de mesurer le câblage FO installé, à l'exclusion des cordons d'équipement. Cette méthode de test est comparable à la configuration de test PL pour le câblage en cuivre. Le niveau de certitude acceptable du système de test et l'incorporation de la fluctuation de l'accouplement aléatoire sont définis à ses plans de référence. Dans la configuration de liaison permanente, les connecteurs des cordons de test sont inclus dans les mesures. La figure suivante montre quelques exemples de liaisons et les connexions qui sont incluses dans le test.

*Des cordons de référence doivent être utilisés pour toutes les mesures*



Câblage FO Configuration de la liaison permanente

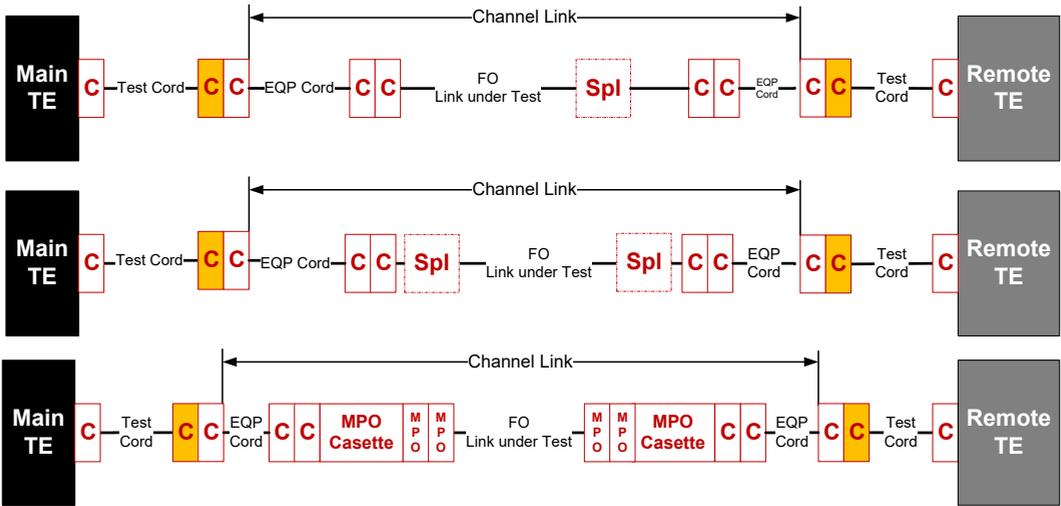
|     |                         |
|-----|-------------------------|
| C   | Connecteur de référence |
| C   | Connecteur              |
| Spl | Épissure                |
| TE  | Équipement de test      |
| MPO | Multifiber Push On      |

# 5. Post-installation

## Channel

La mesure du channel comprend la mesure des cordons d'équipement fixés au câblage FO installé. Cela signifie qu'après un test de réception du channel, les cordons d'équipement doivent rester en place. Ici, les plans de référence incluent les cordons d'équipement, mais excluent les connecteurs attachés aux cordons de test, car ils seront attachés à l'équipement. La figure suivante montre les mêmes exemples qu'avec le PL mais mesurés en canal.

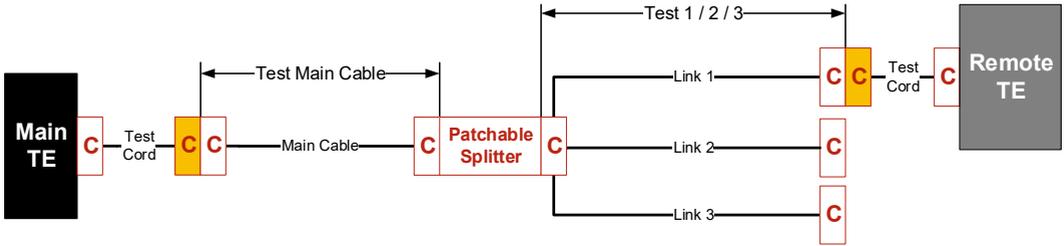
*Des cordons de référence doivent être utilisés pour toutes les mesures*



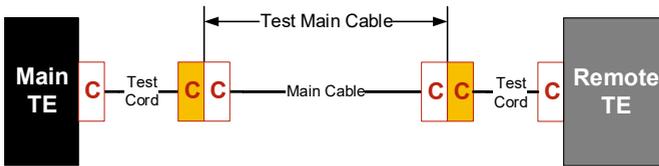
Configuration du test FO Channel

## POLAN (Splitters)

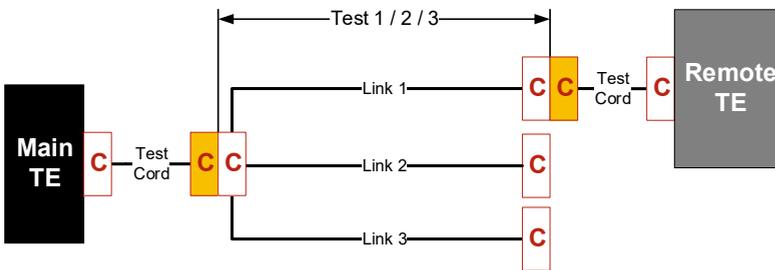
Lorsque vous testez un système POLAN, nous vous recommandons de le tester en deux parties. Comme il n'est pas possible de tester à travers un splitter dans les deux sens. Pour obtenir une garantie pour ce type de système, les liens doivent être divisés. Faites un test du lien avant et un autre test du lien après le splitter.



Le test direct n'est pas possible par le biais du splitter



Séparer l'installation en deux parties et tester le câble principal



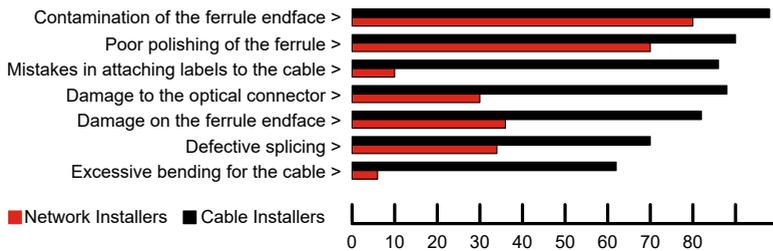
Et chaque prise individuellement

# 5. Post-installation

## 5.3.3 Inspection et nettoyage

### INC

INSPECTER, NETTOYER (si nécessaire) puis CONNECTER

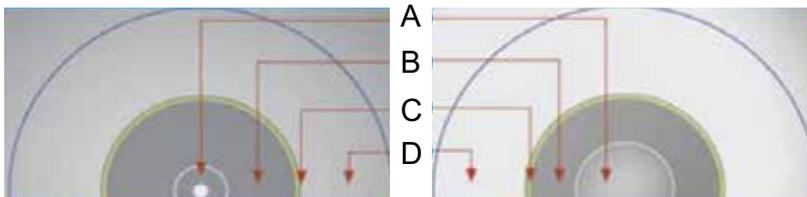


Défauts les plus courants dans les installations de fibre optique

La performance et la fiabilité d'un système à fibres optiques dépendent fortement de la propreté des composants de connexion. De petites impuretés comme la saleté, la poussière, etc. peuvent éventuellement détruire un connecteur à fibre optique. C'est pourquoi la procédure suivante est fortement recommandée : Inspection visuelle de la surface (avec un microscope). Nettoyez la surface en suivant les instructions du fabricant. Après le nettoyage, inspectez à nouveau la surface, si elle est propre, puis effectuez la connexion.

#### Que dit la norme

Les normes ISO 14763-3 et TIA 568-D font toutes deux référence à la norme ISO 61300-3-35 dans le cadre de la procédure de test. Toutes les surfaces d'extrémité impliquées dans la configuration de test doivent avoir été inspectées conformément et avec l'équipement spécifié dans l'ISO 61300-3-35.

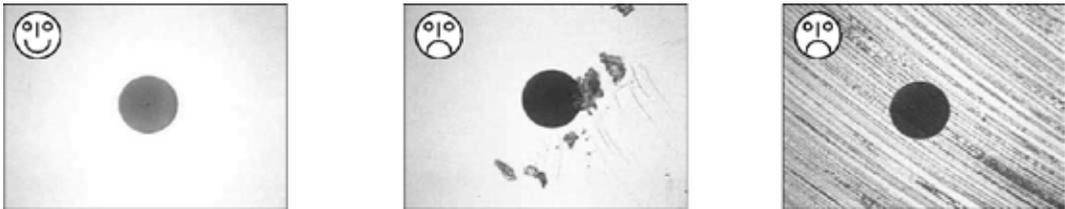


ISO 61300-3-35 SMF & MMF

| Monomode                                       |                                 |                       | Multimode |                       |                                |  |
|--|---------------------------------|-----------------------|-----------|-----------------------|--------------------------------|--|
| Défauts  | Rayures                         | Zone                  |           | Zone                  | Rayures                        | Défauts  |
| Aucun  | Aucune                          | Coeur (0-25µm)        | A         | Coeur (0-65µm)        | Aucune                         | 4≤5µm Aucun >5 µm                              |
| Sans limite <2µm<br>5 de 2-5µm<br>Aucune >5 µm | Sans limite ≤3µm<br>Aucune >3µm | Revêtement (25-120µm) | B         | Revêtement (65-120µm) | Sans limite ≤3µm<br>Aucune>5µm | Sans limite <2µm<br>5 de 2-5µm<br>Aucune >5 µm |
| Sans limite                                    | Sans limite                     | Adhésive (120-130µm)  | C         | Adhésive (120-130µm)  | Sans limite                    | Sans limite                                    |
| Sans ≥10 µm                                    | Sans limite                     | Contact (130-250µm)   | D         | Contact (130-250µm)   | No limit                       | Sans ≥10 µm                                    |

Critères ISO 61300-3-35

Exemples de bonnes surfaces de connecteurs FO et de deux surfaces mal nettoyées (poussière/saleté, graisse/huile/empreintes digitales)



Exemples de surfaces de connecteurs à fibres optiques nettoyées

Si la face d'extrémité des connecteurs ne répond pas aux critères mentionnés ci-dessus, ils doivent être nettoyés et inspectés jusqu'à ce qu'ils le fassent. Une fois que les deux extrémités d'une connexion sont conformes à la norme ISO 61300-3-35, elles peuvent être accouplées. L'intégration de cette procédure dans le processus de test évite également d'éventuels arguments futurs sur qui est à blâmer si un lien est défectueux en raison de l'extrémité du connecteur contaminée ou même cassée.

Lorsque des contaminants adhèrent au coeur, ils provoquent une augmentation de l'interruption du signal et une augmentation de la perte d'insertion et de la dégradation du return loss. En outre, ces types de contaminants peuvent provoquer des éclats, des piqûres et des rayures sur la face d'extrémité du connecteur sous la pression de la connexion physique. Les gros contaminants peuvent entraîner des lacunes dans la connexion physique, entraînant une perte accrue. Ces types de contaminants peuvent réellement se propager et migrer par la connexion physique.

## 5. Post-installation

Exemples de produits de nettoyage à utiliser:

- Microscope actif
- Tiges non pelucheuses
- Lingettes non pelucheuses
- Alcool isopropylique, lorsque vous utilisez de l'IPA pour nettoyer une face d'extrémité, vous devez ensuite appliquer un nettoyage à sec large pour éviter un film résiduel d'IPA sur la face d'extrémité.
- Ruban de nettoyage à sec
- Nettoyant IBC
- Nettoyeur Cletop

Une pratique utile consiste à informer et à informer le responsable informatique des clients finaux des meilleures pratiques lors de l'utilisation de liaisons par fibre et de la nécessité de nettoyer les extrémités du connecteur à chaque manipulation.



Équipement de nettoyage de face d'extrémité de fibre



Outil d'inspection d'extrémité de fibre

## 5.3.4 Conditions de test FO

Afin d'obtenir des mesures fiables et répétables du câblage FO et de ses composants, il est important d'utiliser un bon système de test, des traversées et des connecteurs de référence.

### Inspecter, nettoyer et connecter (INC)

Toute contamination des faces d'extrémité, qu'il s'agisse de la liaison sous test ou de celles des cordons de test, donnera des résultats trompeurs. En outre, il existe un risque potentiel que les connecteurs soient endommagés de manière irréparable pendant le processus de test.

Les faces d'extrémité des fiches des cordons de test doivent être inspectées et nettoyées si nécessaire conformément au [chapitre 5.3.3](#), cela signifie non seulement les connecteurs testés mais également les connecteurs de référence des cordons de test.

Si un connecteur est endommagé, il doit être remplacé. Pour les cordons de test, cela signifie que le cordon doit être complètement remplacé ou renvoyé au fabricant pour être équipé d'un nouveau connecteur de référence.

### Conditions de lancement

Les cordons / bobines contionneurs de modes pour les LSPM et OTDR doivent avoir des caractéristiques optiques les plus proches possible du lien à tester. Ceci veut dire :

Que les source de lumière d'un LSPM doivent être des LED pour des signaux multimodes et des lasers Fabry Perot pour des signaux monomodes. Des sources de lumières type VCSEL ne sont pas acceptées.

Les mesures aux différentes longueurs d'ondes doivent être selon le standard I EC 61280 -1-3, Il se peut que vous ayez à utiliser des mandrins de 35 à 50 mm pour des mesures en monomode. Ceci est à vérifier avec votre revendeur de testeur.

### Flux encerclé

Ce test reproduira des conditions de lumière qui se rapprochent le plus possible de l'"environnement modal réel" d'un émetteur-récepteur VCSEL. Le signal VCSEL est utilisé par de futures applications prenant en charge 10G, 40G et 100G sur MMF.

Lorsque vous utilisez ces conditions de test, la source lumineuse et le contrôle de mode dans les cordons de test se traduiront par une sortie à la fin du cordon de test de lancement conforme aux normes CEI 62614 et 61280-4-1.

### Câbles de mesure de référence

La norme de mesure ISO 14763-3 stipule que des jarretières de mesure de référence doivent être utilisés pour les installations de mesure. Ces jarretières spéciales sont équipées de fiches de référence à l'extrémité connectée à l'installation à mesurer. Les connecteurs de référence ont des propriétés spéciales et des tolérances de fabrication beaucoup plus serrées. La fibre est parfaitement centrée dans le coeur de la fiche pour une plus grande précision et répétabilité lors de la mesure des installations à fibre optique. Si l'on utilisait des connecteurs normaux (aléatoires) avec des tolérances de mesure moins strictes, on aurait des problèmes d'écart plus importants. Il est possible qu'avec deux fiches connectées les coeurs soient parfaitement alignés et ainsi obtenir un très bon résultat de mesure. Dans le cas suivant, les coeurs peuvent être plus éloignés en raison de tolérances plus élevées, ce qui entraînerait un résultat très médiocre. Pour cette raison, des jarretières de mesure de référence doivent être utilisées lors de la mesure des installations à fibres optiques.

# 5. Post-installation

## Cordons de test et adaptateurs

Les composants des cordons de test et les traversées utilisés doivent avoir des spécifications de performances identiques ou supérieures à celles utilisées dans la liaison testée. Les connecteurs sur les cordons de test qui se connecteront au câblage testé seront des connecteurs de référence conformément aux spécifications de la norme ISO 14763-3. Les tableaux suivants indiquent l'atténuation maximale autorisée de 2 connecteurs de référence accouplés l'un à l'autre dans un adaptateur de référence.

| Type de connecteur | Style de connecteur cylindrique |                       | Style de connecteur rectangulaire |                      |
|--------------------|---------------------------------|-----------------------|-----------------------------------|----------------------|
|                    | MMF                             | SMF                   | MMF                               | SMF                  |
| Atténuation (dB)   | ≤ 0.10                          | ≤ 0.20                | ≤ 0.10                            | ≤ 0.20               |
| Return Loss (dB)   | ≥ 35                            | ≥ 45 (PC), ≥ 60 (APC) | ≥ 35                              | ≥ 45(PC), ≥ 60 (APC) |

Budget de perte d'accouplement référence-référence

Les cordons de test pour les mesures LSPM ne doivent pas être inférieurs à 2 m, mais pas trop longs non plus pour que l'atténuation des cordons ait une influence significative sur la mesure. Nous recommandons des longueurs comprises entre 2 m et 3 m.

Selon ISO 14763-3, les câbles de test (lancement, fin, boucle) pour les mesures OTDR ne doivent pas être inférieurs à 75 m pour MMF et 150 m pour SMF afin de reproduire une trace de mesure clairement visible avant et après la liaison à mesurer. En d'autres termes, vous devez avoir une belle ligne propre avant la

## Comment traiter la perte de puissance mesurée avec des connecteurs de référence?

L'atténuation de liaison (perte de puissance optique) doit être calculée pour chaque câble FO. Le budget de perte de puissance d'atténuation pour la mesure est différent car vous associez des connecteurs aléatoires à des connecteurs de référence.

| Atténuation de connexion | MMF (Multimode)                                   |  | SMF (Monomode)                                    |  |
|--------------------------|---|--|---|--|
|                          | Accouplement aléatoire                            | Contre le connecteur de référence connecté | Accouplement aléatoire                            | Contre le connecteur de référence connecté |
| Grade Am&Bm              | IL Moyen $\leq 0.15$ dB<br>IL >95% $\leq 0.25$ dB | $\leq 0,30$ dB                             |   |  |
| Grade M                  | IL Moyen $\leq 0.35$ dB<br>IL >95% $\leq 0.50$ dB | $\leq 0,50$ dB                             |   |  |
| Grade A&B                |   |  | IL Moyen $\leq 0.12$ dB<br>IL >97% $\leq 0.25$ dB | $\leq 0,50$ dB                             |
| Grade C&D                |   |  | IL Moyen $\leq 0.25$ dB<br>IL >97% $\leq 0.50$ dB | $\leq 0,75$ dB                             |
| Générique                | IL 100% $\leq 0.75$ dB                            |  | IL 100% $\leq 0.75$ dB                            |  |

Référence/budget pour les pertes dues à l'accouplement aléatoire

Pour les liens mesurés en channel, il n'y a pas de différence avec les calculs de budget selon la norme ISO 11801, EN 50173 et TIA 568 si vous utilisez des connecteurs de qualité R&M*freenet*.

Pour les liens mesurés comme un lien permanent, vous devez utiliser les valeurs du tableau «atténuation de la connexion R&M*freenet*» en page 163 «contre connecteur de référence», pour les connexions à l'extrémité du câblage testé.

La limite de perte de puissance peut être calculée avec la formule suivante:

$$\sum (2 \times \text{«against reference connector ATT»}) + \sum (\text{cable ATT}) + \sum (\text{embedded connection ATT})$$

### Exemples de calculs

En supposant qu'une liaison MMF de 100 m comporte deux connexions Bm de type "pigtaills", la limite de perte de puissance mesurée serait calculée de la manière suivante.

#### Permanent Link:

$$\text{à } 850\text{nm} = (2 \times 0,5) + (0,1 \times 3,5) + (2 \times 0,3) = 1,95 \text{ dB}$$

$$\text{à } 1300\text{nm} = (2 \times 0,5) + (0,1 \times 1,5) + (2 \times 0,3) = 1,75 \text{ dB}$$

Une infrastructure de câblage SMF d'un lien préconnecté unilatéral OS2 de grade B de 500 m avec un pigtail de grade B aura une limite maximale de perte de lien de 500 m :

$$\text{à } 1310\text{nm} / 1550\text{nm} = (2 \times 0,75) + (0,5 \times 0,4) + (1 \times 0,3) = 2.0 \text{ dB}$$

# 5. Post-installation

## 5.3.5 Tests photométrie (LSPM)

our obtenir une garantie de R&M, vous devez mesurer votre système optique conformément aux exigences de la norme ISO/IEC 14763-3 et des normes équivalentes. Il n'y a pas de différence dans les procédures, mais l'équipement de test peut être différent. LSPM et OLTS sont fondamentalement le même type de testeurs, ils mesurent simplement la perte effective de la liaison. La différence est que les testeurs OLTS ont souvent des options étendues, sont plus "intelligents" et plus conviviaux, alors que les testeurs LSPM ne font que mesurer la perte. Notez que les limites de test plus anciennes, comme par exemple

*Les classes OF ne sont plus conformes aux normes et ne doivent plus être utilisées.*

De nombreux testeurs donnent encore la possibilité de choisir ces anciennes limites de test.

### Direction

*Pour les tests de conformité d'un channel ou d'un lien, des tests bidirectionnels DOIVENT être effectués si la ligne est épissée ou s'il y a plusieurs connecteurs.*

S'il s'agit d'une ligne préassemblée (ligne fixe avec connecteurs associés), sans épissure, la mesure unidirectionnelle est possible, à condition que les câbles de test aient les mêmes propriétés de fibre que la liaison installée.

**Conseillé : TEST BIDIRECTIONNEL**

### Configuration de référence

Pour les tests LSPM, seule la méthode "un cavalier" est acceptée. La méthode à 2 et 3 cavaliers n'est plus autorisée, car elle n'est plus conforme aux normes. Assurez-vous que vous disposez de tous les adaptateurs nécessaires pour que votre LSPM puisse tester tous les types de connecteurs possibles. Vous devez également disposer d'un jeu de cordons de référence de test pour toutes les combinaisons possibles de types de connecteurs. La méthode "extended 3-jumper" nécessite le même processus de référence, il y a des différences mineures lors de la mesure que nous expliquons dans les pages suivantes.

### Longueur d'onde

Chaque lien **DOIT** être testé aux fenêtres de fréquence supérieure et inférieure, c'est-à-dire MMF @ 850 nm & 1300 nm et SMF @ 1310 nm & 1550 nm. Il se peut que le client final ait besoin de longueurs d'onde supplémentaires pour être testé. Chaque lien DOIT être testé aux fenêtres de fréquence supérieure et inférieure, c'est-à-dire MMF @ 850 nm & 1300 nm et SMF @ 1310 nm & 1550 nm. Il se peut que le client final ait besoin de longueurs d'onde supplémentaires pour être testé.

## Paramétrage

Certains équipements de test LSPM vous permettront de définir des paramètres de liaison afin de vérifier immédiatement si l'atténuation mesurée est dans la limite d'une certaine norme. Voici un aperçu de certains de ces paramètres :

- Limite norme : détermine les limites des budgets de pertes pour un lien
- Type de fibre : ce paramètre utilisera les paramètres de perte de fibre
- Bidirectionnel : En mesurant à partir de A-B et B-A, une moyenne de ces valeurs donne un résultat plus précis et plus réaliste
- Nombre de traversées : c'est la quantité de traversées présentes dans le lien testé, pour un lien préconnecté ce sera 2, pour un lien avec des câbles trunk et cassettes MPO ce sera 4.
- Nombre d'épissures : la quantité d'épissures présentes dans le lien
- Type de connecteur : Le type de connecteur utilisé dans la liaison, ce paramètre est informatif et n'a aucune incidence sur le calcul de la limite de test.
- Méthode de test : pour le LSPM, le programme de garantie R&MfreeNet exige la méthode de référence "un cavalier" pour le test des liens permanents.

| Indice de réfraction | 850 nm | 1300 nm | 1310 nm | 1550 nm | 1625 nm |
|----------------------|--------|---------|---------|---------|---------|
| OM3/OM4/OM5          | 1,482  | 1,477   |         |         |         |
| OS2                  |        |         | 1,467   | 1,467   | 1,468   |

Indice de réfraction du câble FO

# 5. Post-installation

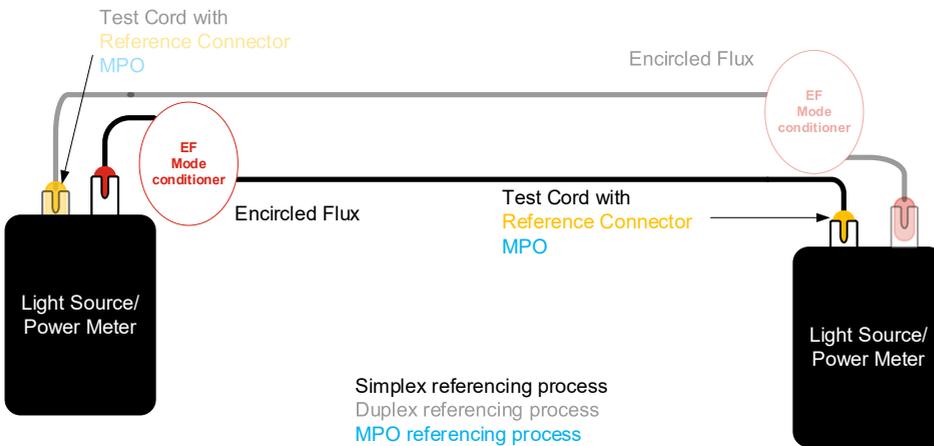
## Référence

Pour les méthodes de test LSPM, une référence doit être définie entre la source lumineuse et l'appareil de mesure de la puissance. Les méthodes de référencement suivantes sont acceptées. L'illustration montre le référencement et le processus de mesure avec des appareils de mesure unidirectionnels (ignorer les connexions fanées) et bidirectionnels (inclure les connexions fanées).

### méthode "un cavalier" & méthode "étendue 3 cavaliers"

Les cordons utilisés pour établir la référence doivent répondre aux exigences des normes.

Pour mesurer tous les types de connecteurs possibles, vous avez besoin de toutes les traversées pour votre LSPM afin d'adapter les fiches.

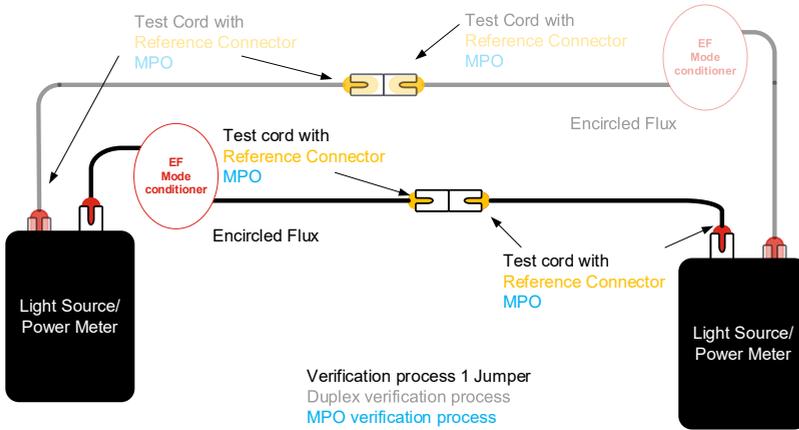


Méthode de référence «un cavalier»

## Vérification

Après avoir référencé le LSPM et le cordon d'étalonnage, vous devez vérifier que les connecteurs de référence sur les bobines amorces sont de bonne qualité. Effectuez la configuration de test suivante et mesurez le lien, celui-ci doit être **inférieur à 0,1 dB pour MMF et inférieur à 0,2 dB pour SMF**. Enregistrez la valeur mesurée et ajoutez-la à la documentation de test pour l'application de garantie. Répétez cette étape après chaque réglage de référence ou lorsque vous remarquez que les résultats de mesure se détériorent.

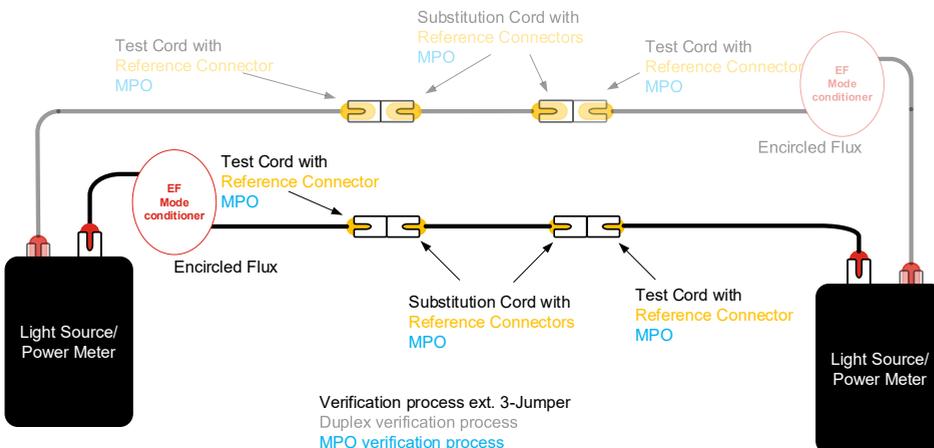
### Méthode «Un cavalier» :



Vérification de la méthode «un cavalier»

### Méthode «3-cavaliers étendus»

Cette méthode n'est autorisée que lorsque le lien possède des connecteurs différents à chaque extrémité. Après avoir fait la référence, attachez un cordon de substitution avec des connecteurs de référence correspondants à chaque extrémité. Vérifiez la perte sur le photomètre, elle doit être inférieure à 0,2 dB pour les MMF et inférieure à 0,4 dB pour les SMF.



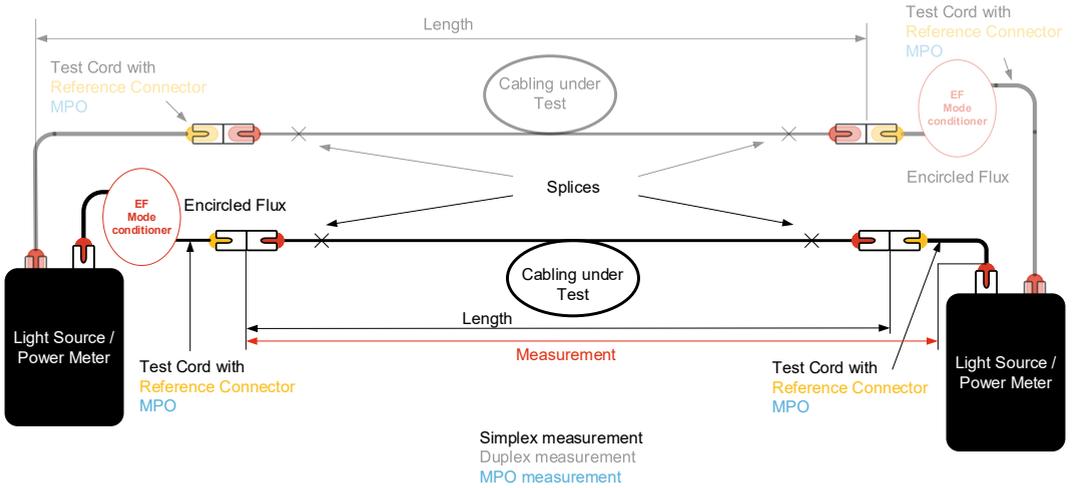
Vérification de la méthode «3-cavaliers étendus»

**Important :** Ne faites pas une nouvelle référence avec le cordon de substitution (en mettant le compteur de puissance à 0dB) ; cette étape sert uniquement à vérifier si la qualité du connecteur est suffisamment bonne.

# 5. Post-installation

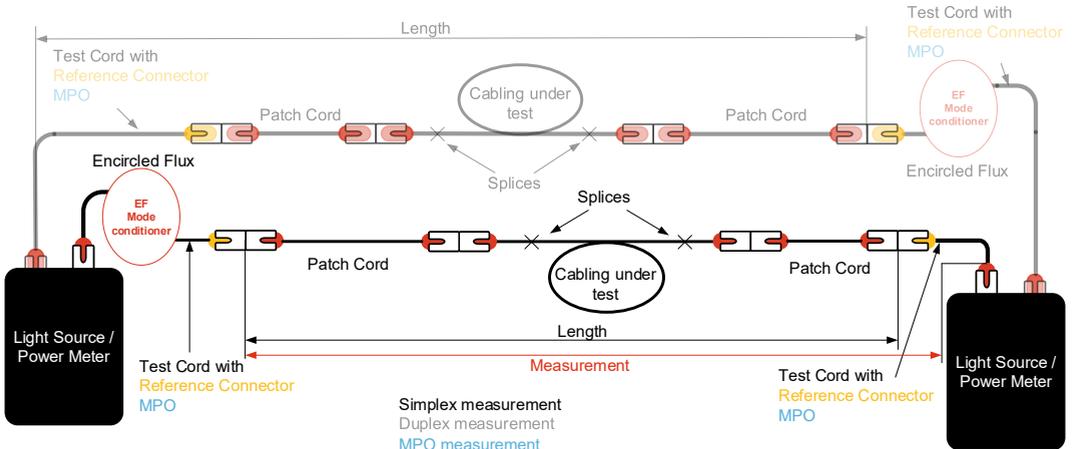
## Mesurer

Vous pouvez désormais mesurer le « Câblage sous test » en connectant les bobins amorces à chaque extrémité de la liaison. Lorsque la méthode «étendue 3-cavaliers» a été utilisée pour le référencement et la validation, retirez le cordon de substitution et remplacez-le par le lien à tester.



Mesure d'un PL

Un exemple pour une mesure de channel:



Mesure d'un CH

## Description détaillée des étapes

### Étape 1

Un niveau de batterie faible peut avoir une influence négative sur les résultats des tests. Elle varie d'un équipement de test à l'autre. Il est donc préférable d'éviter les faibles niveaux de batterie sur vos équipements de test. Prenez l'habitude de recharger votre appareil chaque fois que vous prenez une longue pause ou que vous terminez la journée. L'équipement de test LSPM a besoin d'environ 15 minutes d'acclimatation à la température avant que la source lumineuse n'ait des performances stables.

### Étape 2

Certains appareils vous permettent de définir les paramètres qui permettront de calculer le budget de puissance pour la liaison, ce sont les paramètres définis en haut, c'est-à-dire la limite de test, le type de fibre, la quantité de traversées/épissures, le type de connecteur, l'indice de réfraction..

### Étape 3

Définissez la référence, c-à-d la référence d'un cavalier avec un cordon de test entre la source lumineuse et le photomètre (connecteur de référence).

### Étapes 4/5

Retirez le cordon de test du photomètre et ajoutez un autre cordon de test entre le photomètre et le premier cordon de test pour le test PL. Assurez-vous que les deux connecteurs de référence sont accouplés l'un à l'autre avec un coupleur SMF.

*Ce test vise à vérifier la qualité des connecteurs de référence sur les cordons de test, ils doivent être meilleurs que  $MMF\ IL \leq 0.10\ dB$ ,  $SMF\ IL \leq 0.20\ dB$ ,  $MMF/SMF\ PC\ RL \geq 35/45\ dB$ ,  $SMF\ APC\ RL \geq 60\ dB$ .*

Cette étape doit être effectuée régulièrement ou lors du remplacement de l'un des cordons de test. Pour le test channel, retirez le cordon d'équipement du photomètre et ajoutez l'autre cordon d'équipement au photomètre. Aucun test de vérification n'est nécessaire pour les tests du lien.

### Étape 6

INC des faces d'extrémité de liaison et des faces d'extrémité de cordon de test. Mesurez le lien sous test, tout en vous assurant que la nomenclature, la direction et l'étiquetage sont tous conformes aux exigences et aux normes. Vérifiez s'il n'y a pas de défauts apparents ou de pièces cassées.

### Étape 7

Analysez les résultats et vérifiez s'ils sont conformes aux exigences du projet et aux performances connues des composants. Pour le test channel, laissez les deux cordons d'équipement connectés à la liaison et répétez à partir de l'étape 3.

### Étape 8

Enregistrez les bons résultats de test avec la nomenclature correcte dans le dossier approprié.

### Étape 9

Créer la documentation du projet pour le client, y compris les résultats des tests organisés (voir [chapitre 5.3.7](#))



Donald Chodeva - unsplash.com

# 5. Post-installation

## 5.3.6 Test réflectométrie (OTDR)

### Direction

Les liaisons de transmission fibre multimode et monomode peuvent être testées avec des testeurs OTDR. La différence ici est que chaque événement de la liaison peut être mesuré et contrôlé séparément.

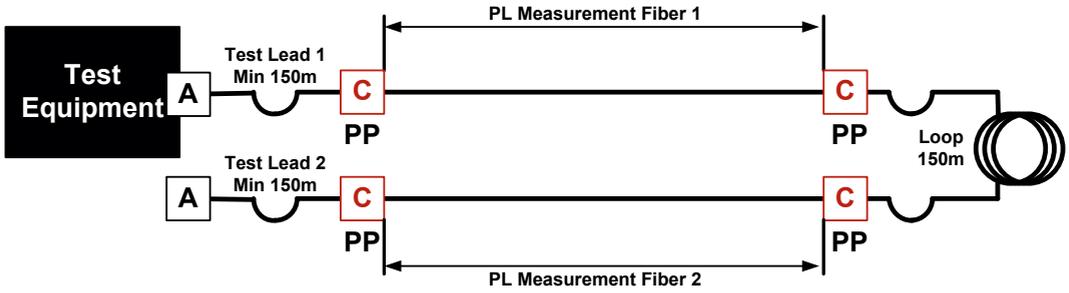
*Si des épissures ou d'autres connecteurs sont présents sur la liaison installée, une mesure bidirectionnelle est obligatoire selon ISO/IEC 14763-3 & IEC 61280-4-1 & 2. De plus, avec des mesures bidirectionnelles, les fibres amorces doivent être laissées branchées et seul l'OTDR doit être déplacé afin qu'une moyenne propre des valeurs soit possible.*

La bobine de début de la mesure A-B devient ainsi la bobine de fin de la mesure B-A et vice versa. La différence de diamètre du cœur peut conduire à des résultats optimistes d'une part et à des résultats négatifs d'autre part, de sorte qu'il n'est pas possible de déterminer la perte réelle d'un événement dans les mesures unidirectionnelles.

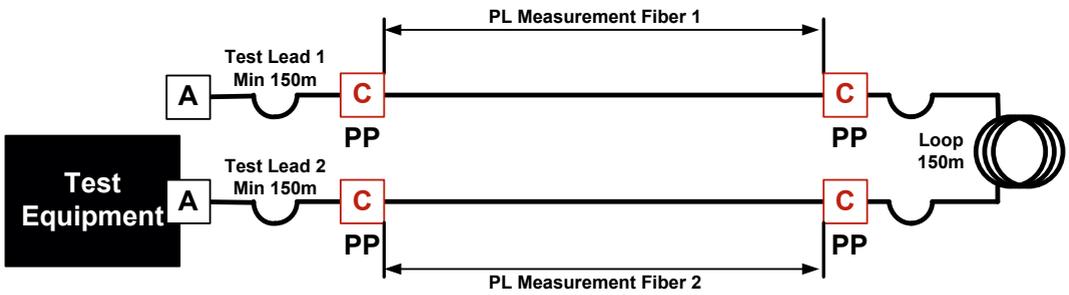
Les mesures unidirectionnelles ne sont autorisées que s'il n'y a aucune épissure ou autre connexion de fiche sur la distance mesurée. De plus, les bobines amorces doivent avoir les mêmes propriétés que la liaison installée.

### Mesure en boucle

Les mesures en boucle sont autorisées. Sachez que la fibre de boucle doit avoir des connecteurs de référence des deux côtés et doit avoir la même longueur que les bobines amorces. Cela signifie que vous pouvez tester une liaison duplex en même temps, plusieurs boucles ne sont pas autorisées pour les applications de garantie. Cependant, il est important de réaliser que les mesures de boucle ne garantissent pas la polarité du câblage installé et que toute vérification de cela doit être effectuée séparément.



Mesure de boucle OTDR A vers B



Mesure de boucle OTDR B à A

# 5. Post-installation

## Settings

### Gamme

La plage doit être réglée de manière à couvrir au moins tous les cordons de test et le câblage testé, par ex. Si vous avez 2 cordons de test de 500 m et que la liaison la plus longue testée est de 350 m, la portée sera d'au moins 1350 m.

### Plage dynamique

La plage dynamique détermine la longueur maximale observable d'une fibre et est un paramètre spécifique OTDR. Il s'agit d'une extrapolation de la trace de rétrodiffusion par rapport au niveau de bruit, meilleur est le SNR, meilleure est la détection de trace et d'événement. Si vous devez tester des fibres avec beaucoup d'atténuation, que ce soit en raison de la longueur ou du nombre d'événements, il est préférable de vérifier auprès du fabricant si l'équipement est adapté.

### Longueur d'onde

Chaque liaison **DOIT** être testée aux fenêtres de fréquence supérieure et inférieure, c'est-à-dire MMF à 850 nm et 1300 nm et SMF à 1310 nm et 1550 nm. Il se peut que le client final ait besoin de tester des longueurs d'onde supplémentaires.

### Largeur d'impulsion

La largeur d'impulsion donne une indication de la puissance envoyée dans la fibre; plus l'impulsion est grande, plus la puissance est transmise. Une impulsion large vous permettra de voyager plus loin dans la fibre, mais signifie également que la largeur des réflexions devient plus large. Une réflexion plus large masquera également davantage le signal de rétrodiffusion, c'est-à-dire qu'elle augmentera l'événement et la zone morte d'atténuation.

La largeur d'impulsion doit être adaptée à la longueur du câble. Si nécessaire, réglez la largeur d'impulsion sur «Automatique» et ajustez la plage de mesure aussi précisément que possible en fonction de la longueur.

### Temps moyen

Cette fonction définit le temps d'échantillonnage du lien, plus le temps est long, meilleurs sont le SNR et la caractérisation de la trace. Le temps choisi doit permettre une bonne analyse du câblage testé. Ce temps dépend de l'équipement mais le temps mini généralement accepté est de 20 s. Si les distances sont inférieures à 100 m, 10 secondes peuvent être définies, pour les distances supérieures à 100 m, au moins 20 s doivent être définies. Avec SMF, il est généralement recommandé de mesurer au moins 20 secondes.

### Indice de réfraction pour pour les câbles FO R&Mfreenet

| Index de réfraction | 850 nm | 1 300 nm | 1310 nm | 1550 nm | 1625 nm |
|---------------------|--------|----------|---------|---------|---------|
| OM3/OM4/OM5         | 1,482  | 1,477    |         |         |         |
| OS2                 |        |          | 1,467   | 1,467   | 1,468   |

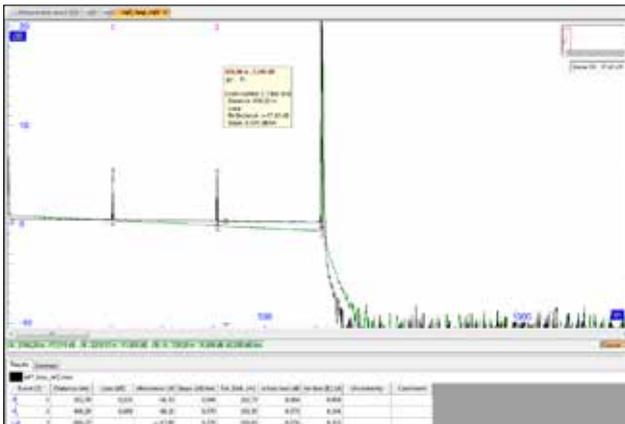
Indice de réfraction du câble FO

### Test de vérification des cordons test

Afin de respecter les conditions de test des fibres optiques, vous devez vérifier si les cordons de test utilisés (bobines amorces) pour effectuer les tests sont conformes aux spécifications énoncées dans le [chapitre 5.3.4](#). Cette vérification doit être faite **et enregistrée** au début de chaque séquence de test. Assurez-vous que vous connaissez exactement la longueur de vos cordons de test, en particulier pour les tests APC.



Vérification du connecteur de référence des cordons de test 1 et 2



Vérification des cordons de test et des connecteurs de référence des boucles

Effectuez les tests suivants et mesurez les pertes de connexion, elles doivent être **inférieures à 0,1dB pour le MMF et à 0,2dB pour le SMF**. Enregistrez la valeur mesurée et ajoutez-la à la documentation du test pour la demande de garantie. Répétez cette étape après chaque réglage de référence ou lorsque vous remarquez que les résultats de mesure se détériorent.

## 5. Post-installation

Lors du test des liens avec les connecteurs APC, il est très difficile de déterminer le début et la fin des cordons et des liens testés. C'est pourquoi nous avons également besoin de la trace de test individuelle de chaque cordon de test utilisé dans la demande de garantie. Vous devez donc inclure la trace du premier cordon de test, du deuxième cordon de test et du cordon de test en boucle, s'il est utilisé, dans la documentation de la demande. Elle n'est pas aussi clairement visible que sur la photo 168, où les transitions des fiches sont indiquées.

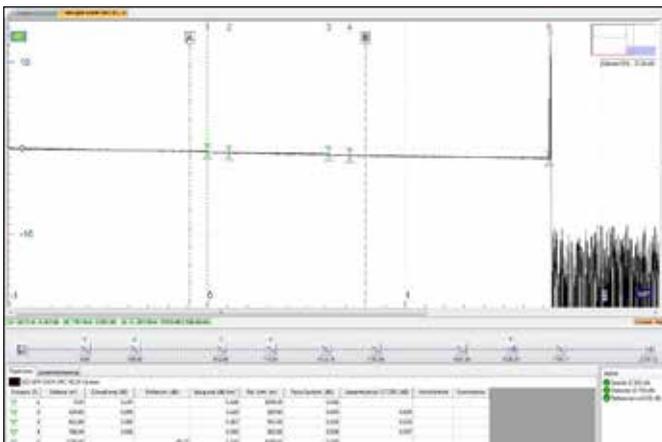
Il est donc particulièrement important que le technicien règle correctement les événements lors de la mesure avec l'OTDR. S'il y a plusieurs événements (comme c'est le cas avec une mesure en boucle, par

exemple) et que l'appareil de mesure ne reconnaît pas tous les événements automatiquement, les événements doivent être réglés manuellement. L'OTDR reconnaît la plupart des événements par lui-même, mais ce n'est pas toujours le cas avec de bonnes connexions APC. Cela simplifie énormément l'évaluation et la documentation ultérieures des mesures sur le PC.

En outre, nous exigeons des mesures de référence pour chaque câble de test utilisé dans la demande de garantie. Vous devez donc ajouter la trace du premier cordon de test (bobine de lancement), du deuxième cordon (bobine de fin) et du câble test-de boucle (s'il est utilisé) à la documentation de la demande.



Câbles de test 1 & 2 et lien 3 avec connecteurs APC (événements non définis, c'est-à-dire non visibles)



Câbles de test 1 & 2 et lien 3 connecteurs APC (événements réglés et donc visibles)

## Analyse des résultats des mesures

Une fois que vous avez rempli les conditions de test, il est important d'analyser les résultats, d'autant plus lorsque vous utilisez un OTDR, car vous pouvez voir tous les éléments de la liaison. Il y a 5 éléments majeurs que vous devez examiner lorsque vous analysez une trace OTDR et si vous suivez la séquence suivante, vous éviterez un dépannage détaillé là où il n'est pas nécessaire. La séquence suivante reflète les meilleures pratiques et la probabilité des défaillances les plus courantes.

### 1. Longueur

Vérifiez si la longueur du tracé est celle de la longueur combinée des cordons de test et du lien testé. Cela peut déjà être effectué pendant le test en cours et si la longueur du tracé est plus courte, vous savez déjà que le lien est interrompu et défectueux. Si vous devez, par exemple, tester un lien de 150 m et que vous utilisez 2 cordons de 150 m, votre tracé devrait être d'environ 450 m. Lorsque votre tracé n'est que de 300 m, vous savez qu'il y a un problème à l'autre bout, soit que la polarité est mauvaise, soit qu'il y a un problème avec le connecteur/épissure. Lorsqu'il y a un problème à ce stade, vous pouvez déjà arrêter le test et résoudre le problème, il ne sert à rien de perdre du temps en effectuant le test complet.

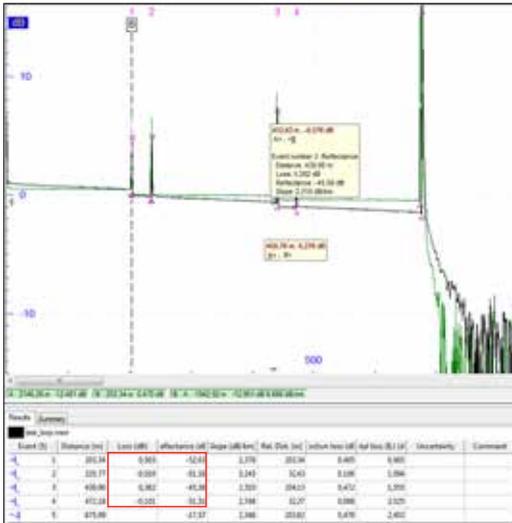
### 2. Forme de la trace

En général, vous ne voulez pas voir de pics élevés dans la trace, plus le pic est élevé, plus il y a du return loss dans les événements, surtout lorsque vous testez une liaison avec des fiches APC. Cette analyse peut également être effectuée pendant le test. Si vous remarquez un pic exceptionnellement élevé à l'endroit où se trouve une épissure, alors cette épissure doit être refaite. Si un connecteur affiche un pic élevé, cela peut indiquer, et c'est le cas le plus souvent, une fiche sale ou une traversée endommagée. Ici aussi, vous pouvez interrompre le test à ce stade lorsqu'un problème survient.

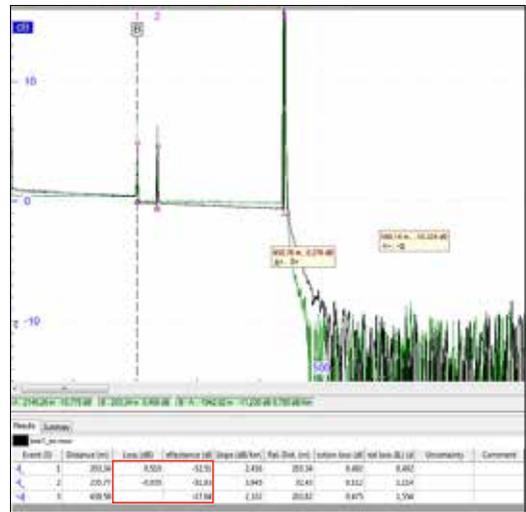
### 3. Nombre d'événements

Une fois le test terminé, vous pouvez commencer à examiner les différents événements. Tout d'abord, la quantité d'événements doit correspondre à la quantité de liens sous les éléments testés, c'est-à-dire la quantité de traversées, d'épissures (les épissures de pigtails ne sont souvent pas détectables car elles se situent dans la zone morte d'atténuation de l'équipement de test). Selon le réglage de l'OTDR (largeur d'impulsion), les zones mortes d'atténuation deviennent plus ou moins grandes. Par exemple, si vous avez une voie de transmission avec des pigtails aux deux extrémités et que 3 événements sont détectés, dont une atténuation au milieu de la voie de transmission, vous avez un problème.

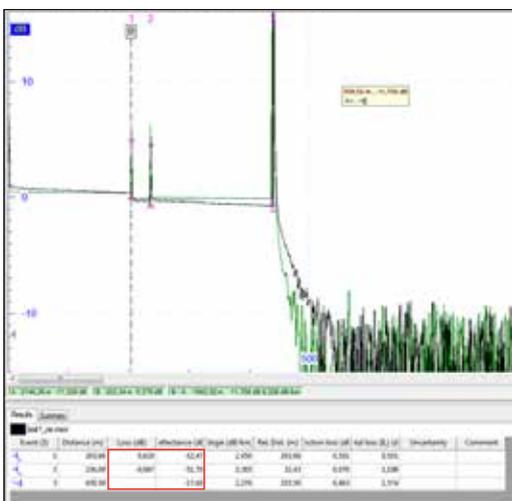
# 5. Post-installation



Mesure en boucle unidirectionnelle



Mesure conventionnelle A vers B



Mesure conventionnelle B vers A

#### 4. Signature de l'événement

Assurez-vous que chaque paramètre de l'événement correspond à ceux indiqués dans la fiche technique du fabricant. N'oubliez pas de prendre la moyenne lorsque vous effectuez des mesures bidirectionnelles, celles-ci sont obligatoires pour toutes les liaisons SMF et toutes les liaisons MMF.

| Limites de mesure pour les connecteurs à fibres optiques (dB) |                                     |                                    |
|---|-------------------------------------|------------------------------------|
| Norme   | ISO/IEC 11801-1<br>ISO/IEC 14763-3  | ISO/IEC 11801-1<br>ISO/IEC 14763-3 |
| Monomode  | Atténuation (dB)                    | Return Loss (dB)                   |
| Connecteur APC<br>Référence - Référence                       | ≤ 0.20                              | ≥ 60                               |
| Connecteur APC<br>Référence - Aléatoire                       | ≤ 0.75                              | ≥ 60                               |
| Connecteur APC<br>Aléatoire - Aléatoire                       | ≤ 0.75                              | ≥ 60                               |
| Connecteur PC<br>Référence - Référence                        | ≤ 0.20                              | ≥ 45                               |
| Connecteur PC<br>Référence - Aléatoire                        | ≤ 0.75                              | Non disponible<br>Recommandé ≥ 35  |
| Connecteur PC<br>Random - Aléatoire                           | ≤ 0.75                              | ≥ 35                               |
| Connecteur MPO<br>Aléatoire - Aléatoire                       | Non disponible<br>Recommandé ≤ 0.75 | Non disponible<br>Recommandé ≥ 60  |
| Multimode   | Atténuation (dB)                    | Return Loss (dB)                   |
| Connecteur PC<br>Référence - Référence                        | ≤ 0.10                              | ≥ 35                               |
| Connecteur PC<br>Référence - Aléatoire                        | ≤ 0.50                              | Non disponible<br>Recommandé ≤ 35  |
| Connecteur PC<br>Aléatoire - Aléatoire                        | ≤ 0.75                              | ≥ 20                               |
| Connecteur MPO<br>Aléatoire - Aléatoire                       | Non disponible<br>Recommandé ≤ 0.75 | Non disponible<br>Recommandé ≥ 26  |

Atténuation connexion R&Mfreenet

# 5. Post-installation

## 5. Câble

Le dernier élément à vérifier est l'atténuation du câble ; cela n'est pas toujours possible pour les liaisons courtes. Si le lien est trop court pour obtenir une lecture fiable de l'atténuation du câble, vous pouvez toujours regarder l'atténuation totale du lien pour voir si le lien est correct. Avec les liaisons SMF, les macro et micro-courbures se manifesteront par une atténuation accrue à 1550 nm et 1625 nm par rapport à la signature de la trace à 1310 nm.

### Description détaillée des étapes

#### Étape 1

Un niveau de batterie faible peut avoir une influence négative sur les résultats des tests. Cette influence varie d'un équipement de test à l'autre. Il est donc préférable d'éviter les faibles niveaux de batterie sur vos équipements de test. Prenez l'habitude de recharger votre appareil chaque fois que vous prenez une longue pause ou que vous terminez la journée. L'équipement de test OTDR a besoin d'environ 15 minutes d'acclimatation à la température avant que le laser n'ait des performances stables.

#### Étape 2

La portée est fixée de manière à couvrir au moins tous les cordons de test et le câblage testé. Par exemple, si vous avez 2 cordons de test de 500 m et que le lien le plus long testé est de 350 m, la portée sera d'au moins 1350 m ou la portée la plus élevée suivante, par exemple 2 km.

#### Étape 3

La largeur d'impulsion donne une indication de la puissance envoyée dans la fibre ; plus l'impulsion est grande, plus la puissance transmise est importante. Une impulsion large vous permettra d'aller plus loin, mais signifie également que la largeur des réflexions devient plus large. Une réflexion plus large cachera également une plus grande partie du signal de rétrodiffusion, c'est-à-dire qu'elle augmentera la zone morte de l'événement et de l'atténuation. Pour la garantie R&M *freenet*, elle doit être inférieure à 20 ns.

#### Étape 4

Le temps de mesure définit le temps nécessaire pour échantillonner le lien, plus ce temps est long, plus le SNR et la caractérisation de la trace sont bons. Le temps choisi doit permettre une bonne analyse du câblage testé. Ce temps dépend de l'équipement, mais le temps minimum généralement accepté est de 20 s.

#### Étape 5

| Indice de réfraction | 850 nm | 1300 nm | 1310 nm | 1550 nm | 1625 nm |
|----------------------|--------|---------|---------|---------|---------|
| OM3/OM4/OM5          | 1,482  | 1,477   |         |         |         |
| OS2                  |        |         | 1,467   | 1,467   | 1,468   |

Procédure de test OTDR étape 5

## Étape 6

Sauvegardez une trace OTDR des cordons de test accouplés les uns aux autres. Ce test est destiné à vérifier la qualité des connecteurs de référence sur les cordons de test, ils doivent être meilleurs que les MMF  $IL \leq 0.10\text{dB}$ , SMF  $IL \leq 0.20\text{dB}$ , PC mm/SM  $RL \geq 45\text{dB}$ , APC SM  $RL \geq 60\text{dB}$ . Cette étape doit être effectuée quotidiennement ou lors du remplacement de l'un des cordons de test.

## Étape 7

Mesurez le lien testé, tout en s'assurant que la nomenclature, la direction et l'étiquetage sont conformes aux exigences et aux normes. Vérifiez qu'il n'y a pas de défauts apparents ou de pièces cassées. Il est extrêmement important que vous utilisiez les fonctions de dénomination des fichiers du testeur (ID du câble, numéro de fibre, Lambda, direction, etc.) et que vous ne vous contentiez pas de renommer le nom du fichier sur le PC par la suite. La plupart des OTDR stockent ces informations dans le fichier de mesure. Le fait de renommer le fichier sur le PC peut entraîner des problèmes lors de l'évaluation via le logiciel OTDR, car sans les informations de fichier mentionnées ci-dessus, il est difficile d'attribuer les résultats de mesure.

## Étape 8

Analysez les résultats des tests et vérifiez s'ils sont conformes aux exigences du projet et aux performances des composants connus. Confirmez qu'il n'y a pas de pièces défectueuses ou endommagées. INC des faces d'extrémité de la liaison et des faces d'extrémité du cordon de test.

## Étape 9

Sauvegardez les bons résultats des tests avec la nomenclature correcte dans le dossier approprié.

## Étape 10

Créez la documentation du projet pour le client, y compris les résultats des tests organisés (voir [chapitre 5.3.7](#))

### 5.3.7 Documentation des mesures de la fibre optique

Malheureusement, il arrive souvent que les chefs de projet ou les techniciens pensent que le travail est terminé après que les mesures ont été enregistrées sur l'appareil. Malheureusement, ce n'est pas le cas des mesures par fibre optique, car les mesures doivent alors être documentées sur le PC avec le logiciel d'analyse. Sinon, vous n'avez que des données brutes avec lesquelles le client ne peut pas vraiment faire grand-chose.

Si l'on prend l'exemple de Fluke, le logiciel associé pour l'évaluation est le logiciel Linkware bien connu. Les fichiers mesurés sont chargés de l'appareil vers le PC et traités avec Linkware. Le logiciel permet maintenant de vérifier les mesures et se trouve dans un ordre propre avec la documentation du projet mesuré.

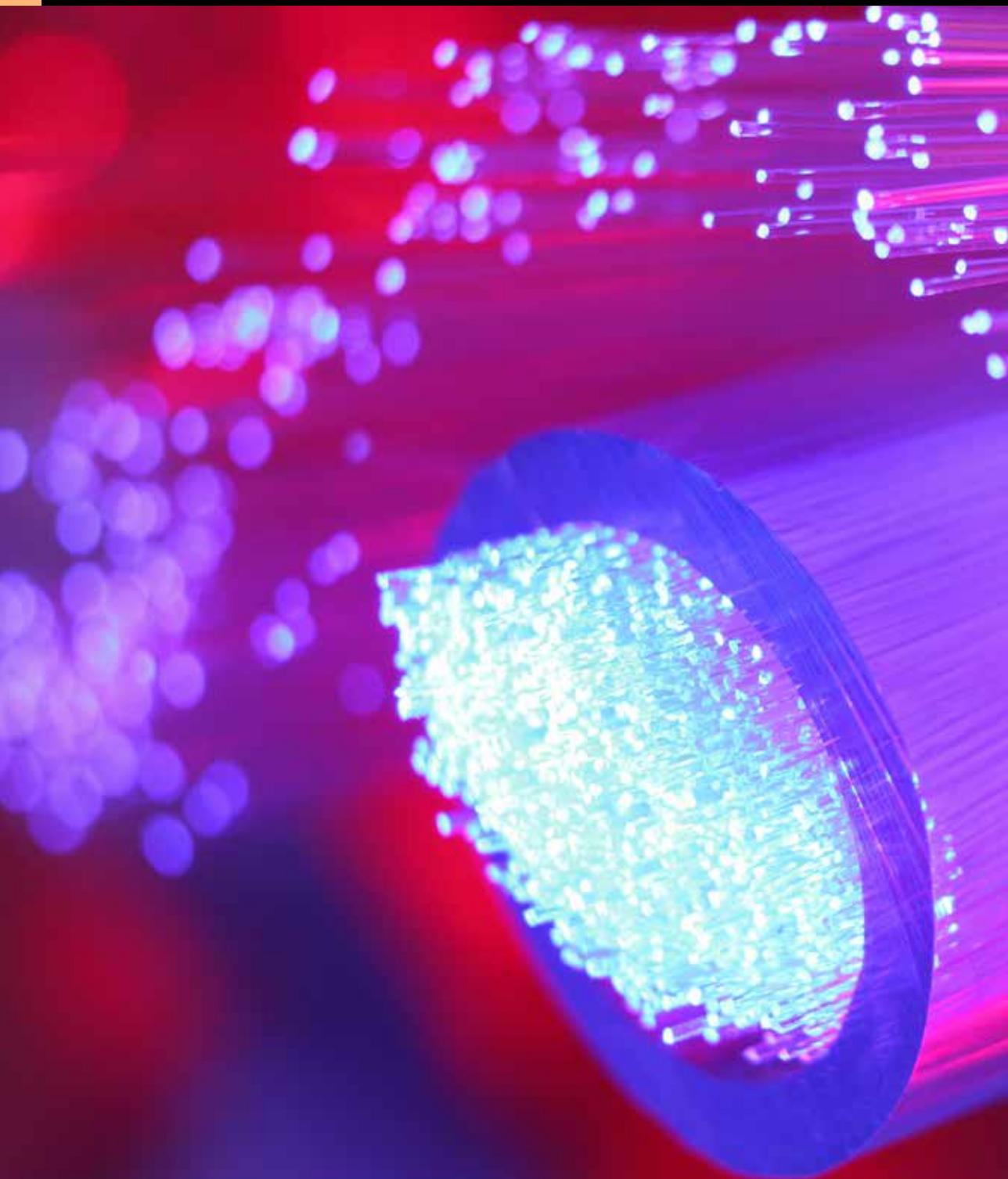
La multitude d'instruments de mesure à fibres optiques disponibles aujourd'hui s'accompagne également d'une multitude de logiciels d'évaluation. En principe, l'achat d'un appareil de mesure doit être accompagné du logiciel d'évaluation approprié. Il est encore plus important de se former à l'utilisation correcte de ce logiciel. Veuillez contacter votre fournisseur d'instruments si vous n'avez pas reçu de formation sur le logiciel approprié ou contactez-les directement si vous achetez un nouvel instrument.

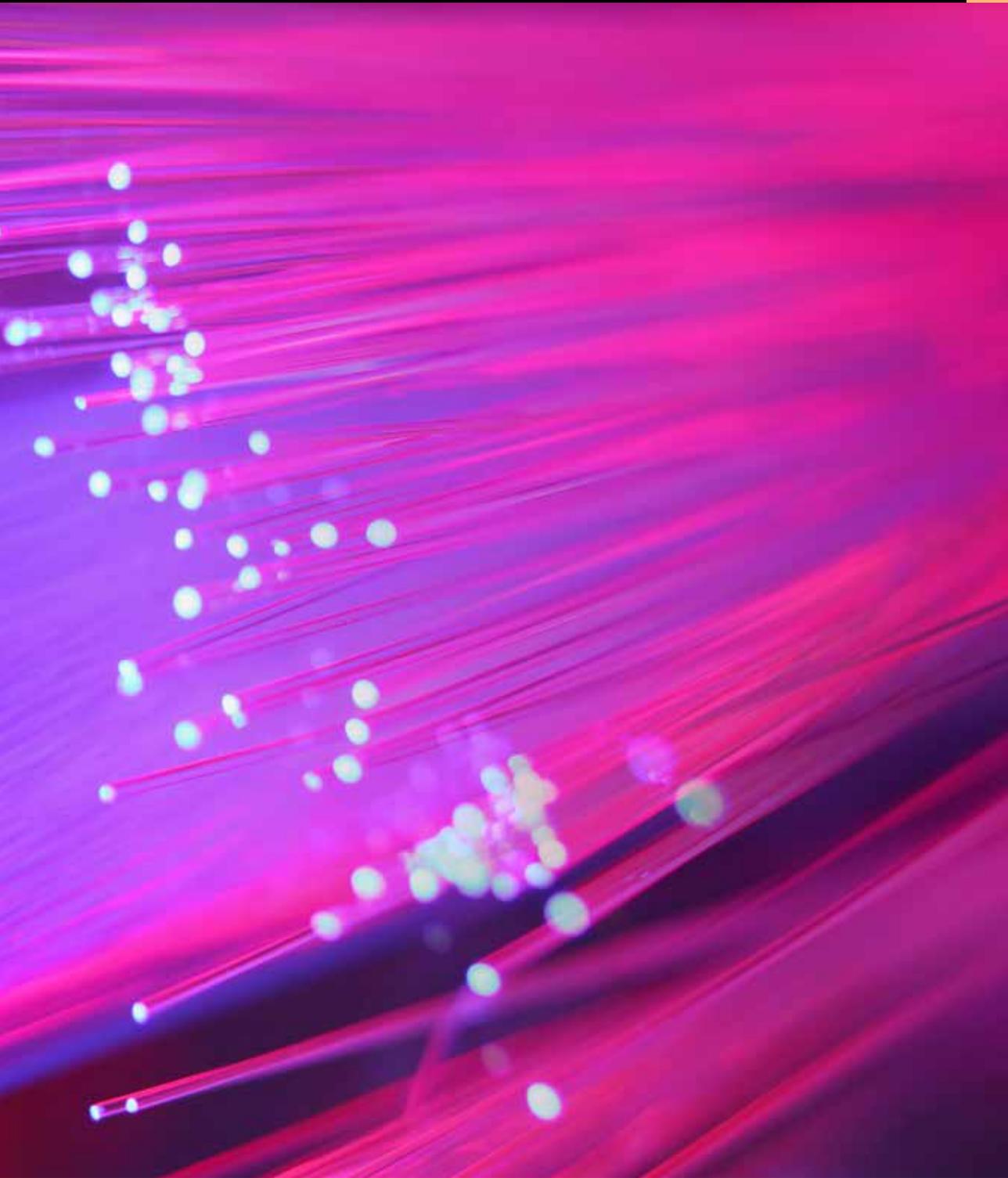
#### Procédure de documentation des mesures de fibres optiques

Les mesures doivent être importées de l'instrument dans le logiciel. Une fois que les mesures ont été effectuées comme décrit au chapitre 5.3.5, la plupart du travail a déjà été fait. Lors de la documentation des mesures OTDR et LSPM, les points suivants doivent être respectés. Pour les mesures LSPM, les différentes étapes de la procédure énumérées ci-dessous peuvent être négligées.

| Étapes | Description  |
|--------|--|
| 1.     | Importez les données de mesure et ouvrez avec le logiciel d'édition.   |
| 2.     | Fixez les limites requises par la norme dans le logiciel ou fixez les limites en fonction de valeurs limites spécifiques au client. Pour les demandes de garantie, nous exigeons qu'au moins les valeurs limites de la norme de mesure ISO/IEC 14763-3 et ISO/IEC 11801-1 soient respectées. |
| 3.     | Vérifiez les événements et modifiez-les si nécessaire. Dans les mesures OTDR, il peut arriver que l'OTDR ne reconnaisse pas tous les événements automatiquement. Les connexions APC monomodes sont souvent si bonnes qu'aucun événement n'est détecté.                                       |
| 4.     | Voir que pour les mesures bidirectionnelles, la moyenne des valeurs mesurées peut être faite. Si les événements ne sont pas placés au bon endroit, le programme ne peut pas effectuer la moyenne des valeurs. Dans ce cas, répétez l'étape 3 pour les mesures concernées.                    |
| 5.     | Placez le curseur A-B / B-A au début et à la fin du lien mesuré.<br>Début = transition de la bobine de lancement et la fibre / Fin = transition de la bobine de fin et la fibre  |
| 6.     | Effectuez les étapes 3-4 pour chaque fibre testée. La plupart des diagrammes d'évaluation peuvent reprendre les événements d'une fibre pour une autre afin de gagner du temps, à condition qu'ils aient les mêmes propriétés et événements.  |
| 7.     | Vérifiez que toutes les fibres respectent les limites fixées.  |
| 8.     | Utilisez le logiciel pour créer un rapport sur le projet sur lequel vous travaillez. Pratiquement tous les programmes d'évaluation peuvent générer des PDF et des tableaux EXCEL. Utilisez cette fonction pour fournir au client une documentation propre.                                   |
| 9.     | Ajoutez au rapport les descriptions de projets et les informations sur les entreprises souhaitées. Créez une page de titre ou un aperçu général selon les souhaits ou les spécifications du client.  |
| 10.    | Créez un répertoire collectif ou un zip dans lequel vous rassemblez les fichiers de mesure et la documentation du projet. Remettez-les au client et à R&M pour les demandes de garantie.   |

Procédure de documentation sur la fibre optique





## A

### ACR (Attenuation to Crosstalk Ratio)

Différence entre NEXT et l'atténuation, mesurée en dB. Une valeur ACR élevée indique que les signaux reçus sont beaucoup plus forts que la diaphonie, ce qui correspond à une valeur NEXT élevée et à une faible atténuation.

### Alien Near/Far End Crosstalk (ANEXT/AFEXT)

La diaphonie exogène (AXT) est un bruit électromagnétique qui peut se produire dans un câble qui longe un ou plusieurs autres câbles porteurs de signal et qui est détecté ou mesuré à l'extrémité proche ou éloignée de la liaison victime. Le terme «exogène» provient du fait que cette forme de diaphonie se produit entre différents câbles dans un groupe ou un faisceau, plutôt qu'entre des fils ou des circuits individuels au sein d'un même câble.

### American National Standards Institute (ANSI)

L'organisme national de normalisation des États-Unis, l'ANSI, élabore et publie des normes. Il est le représentant américain au sein de l'ISO et en est le membre votant.

### American Wire Gauge (AWG)

La jauge standard américaine pour spécifier les diamètres des conducteurs en cuivre, aluminium et autres matériaux.

| AWG    | 18    | 19    | 20    | 21    | 22    | 23    | 24    | 25    | 26    | 27    | 28    | 29    | 30    |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Ø (mm) | 1.013 | 0.866 | 0.772 | 0.688 | 0.610 | 0.546 | 0.485 | 0.432 | 0.384 | 0.358 | 0.318 | 0.284 | 0.251 |

### Architecture de réseau **Network Architecture**

Topologie et structure d'un réseau.

### Atténuation

La diminution de l'amplitude d'un signal lorsqu'il se déplace à travers un support de transmission.

## B

### Bande passante

La gamme de fréquences disponibles pour la transmission d'informations sur un lien. La valeur indique la capacité de transmission d'un lien. Plus la largeur de bande est élevée, plus l'information peut être transportée. Elle est exprimée en Hertz (Hz) ou en Bit/s ou MHz.km (avec les fibres optiques).

### Bit Error Rate (BER)

Mesure destinée à indiquer la qualité d'une liaison de transmission numérique. La valeur est exprimée en pourcentage ou rapport des bits reçus qui sont en erreur, généralement 1 erreur sur  $10^8$  ou  $10^9$  bits transmis. Moins il y a d'erreurs de bits, meilleure est la qualité de la connexion.

### Blindage **Shield**

Une couverture métallique autour des conducteurs isolés d'un câble. Le blindage peut être autour des 4 paires d'un câble et/ou individuel par paire. Également appelé blindage.

### Bruit **Noise**

Se réfère à tout signal étranger qui interfère avec le signal souhaité provenant d'une source différente de l'émetteur connecté. Les interférences sonores peuvent dégrader un signal autant que le rendre méconnaissable pour le récepteur. Plus le débit de données est élevé, plus l'effet de l'interférence est important.

## C

### Câble à paire torsadée blindée (STP)

#### **Shielded Twisted Pair Cable**

Terme générique pour un câble de transmission de données en cuivre qui intègre un blindage métallique soit autour de 4 paires torsadées de fils de cuivre isolés, soit individuellement autour de chaque paire torsadée d'un câble (ou une combinaison des deux).

### **Câble à paire torsadée non blindé (UTP) Unshielded Twisted Pair Cable (UTP)**

Terme générique pour un câble de transmission de données en cuivre utilisant des multiples de fils de cuivre torsadés isolés sans autre blindage métallique des paires de fils ou du câble dans son ensemble

### **Câble à paire torsadée symétrique Symmetrical Twisted Pair Cable**

Un câble composé d'au moins un câble symétrique (paire torsadée ou étoile-quad).

### **Câble d'accès au réseau Network access cable**

Câble reliant l'interface du réseau externe au répartiteur principal ou au distributeur de zone

### **Câble de connexion**

Un cordon de raccordement reliant l'équipement terminal et la prise du poste de travail.

### **Câble de distribution de zone Zone distribution cable**

Câble reliant le distributeur de zone à la (aux) prise(s) d'équipement ou au(x) point(s) de distribution local

### **Câble de distribution principal Main distribution cable**

Câble reliant le répartiteur principal au distributeur de zone

### **Câble horizontal Horizontal Cable**

Le câble reliant le répartiteur d'étage aux prises de télécommunications.

### **Câblage indépendant de l'application Application Independent Cabling**

Un système de câblage de télécommunications structuré prenant en charge de nombreuses applications différentes. Il n'est pas nécessaire de connaître les applications lors de l'installation d'un câblage indépendant des applications. Il n'inclut pas le matériel spécifique à l'application.

### **Capacitance**

La capacité et le comportement diélectrique des conducteurs à stocker la charge électrique entre deux conducteurs séparés par un matériau diélectrique en cas de différence de potentiel. La capacité n'est pas la bienvenue dans les câbles en cuivre car elle interfère avec les signaux transmis en entravant le flux de courant prévu.

### **Catégorie 3**

Norme industrielle pour les câbles et le matériel de connexion avec des paramètres de transmission spécifiés jusqu'à 16 MHz, principalement pour des débits de données jusqu'à 10 Mbit/s.

### **Catégories 5, 5e**

Version améliorée de la catégorie 5, depuis 1999, spécifiant des paramètres supplémentaires pour permettre la transmission en duplex intégral sur 4 paires de conducteurs. Catégorie 5 améliorée pour les câbles et le matériel de connexion avec des paramètres de transmission spécifiés jusqu'à 100 MHz, pour prendre en charge des débits de données allant jusqu'à 1000 Mbit/s.

### **Catégorie 6**

Norme industrielle pour les câbles et le matériel de connexion avec des paramètres de transmission spécifiés jusqu'à 250 MHz, pour des débits de données allant jusqu'à 1 Gbit/s et plus.

### **Catégorie 6<sub>A</sub>**

Norme industrielle pour les câbles et le matériel de connexion avec des paramètres de transmission spécifiés jusqu'à 500 MHz, pour des débits de données allant jusqu'à 10 Gbps et plus.

### **Catégorie 7**

Pour les câbles et le matériel de connexion avec des paramètres de transmission spécifiés jusqu'à 600 MHz. La catégorie 7 spécifie uniquement les câbles et nécessite de nouvelles fiches pour permettre une transmission sans entrave aux fréquences mentionnées ci-dessus.

## Catégorie 7<sub>A</sub>

Pour les câbles et le matériel de connexion avec des paramètres de transmission spécifiés jusqu'à 1000 MHz. La catégorie 7A spécifie uniquement les câbles et nécessite de nouvelles fiches pour permettre une transmission sans entrave aux fréquences mentionnées ci-dessus.

## Catégories 8.1 & 8.2

Norme industrielle pour les câbles et le matériel de connexion avec des paramètres de transmission spécifiés jusqu'à 2000 MHz.

## CENELEC

Le Comité européen de normalisation électrotechnique.

## CENELEC EN 50173

Norme européenne, développée par le CENELEC, pour la planification et l'installation de systèmes de câblage informatique.

## Channel

Chemin de transmission de bout en bout entre deux points auxquels un équipement spécifique à l'application est connecté. Les câbles de connexion de l'équipement technique et du poste de travail font également partie du chanel.

## Cross-Connect

Une installation de brassage entre des équipements passifs de câblage, où les connexions de communication sont administrées (c'est-à-dire où l'addition et la reconfiguration des connexions au moyen de cordons de raccordement sont effectuées).

## Crosstalk

Influence électromagnétique mutuelle de deux circuits de courant physiquement séparés d'un système, lorsqu'un signal dans un circuit crée une tension de bruit dans le circuit adjacent perturbant les signaux transmis.

## Compatibilité électromagnétique (CEM) EMC

La CEM, ou compatibilité électromagnétique, désigne la capacité d'un équipement électronique, d'une installation ou d'un système à fonctionner de manière satisfaisante dans un environnement électromagnétique. En outre, cet équipement (installation, système) ne doit pas causer d'interférences électromagnétiques qui seraient intolérables pour tout appareil, système et installation dans cet environnement.

## D

### Décibel (dB)

Unité de mesure de l'augmentation / diminution relative d'un signal, d'une tension ou d'un courant, exprimée en rapport logarithmique.

### Délai de propagation Propagation Time Delay

Un signal qui voyage d'un point d'une liaison de transmission à un autre subit un certain retard. Il est calculé sur la base de la longueur du câble et de la vitesse de propagation spécifiée pour le support de transmission.

### Delay Skew

La différence de retard de propagation entre deux paires d'un même câble.

## E

### Equal Level Far End Crosstalk (ACR-F)

Identique à FEXT, à l'exception du fait que le signal couplé à l'extrémité distante est lié au signal atténué à l'extrémité distante de la paire de conducteurs, dans l'extrémité proche de laquelle le signal a été introduit.

## F

### Far End Crosstalk (FEXT)

Décrit le couplage indésirable des signaux de la paire de conducteurs d'émission à la paire de conducteurs de réception à l'extrémité de la ligne. FEXT est également exprimé en dB. Sa valeur n'est importante que pour certaines applications. En général, la diaphonie en bout de ligne, NEXT, est plus importante.

### Force de traction **Tensile Force**

La force mesurée en Newton (N) à laquelle un câble est exposé pendant l'installation (10 N ~ 1 kg)

### Fixed zone distribution cable

Câble reliant le distributeur de zone à la sortie de l'équipement ou, s'il est présent, au point de distribution local

### Fréquence

Le nombre de fois qu'une action périodique se produit dans un certain délai. Exprimé en hertz (Hz).

## G

### Gaine **Jacket**

Le revêtement extérieur flexible d'un câble, qui protège les conducteurs à code de couleur à l'intérieur.

## H

### Hertz (Hz)

L'unité de fréquence standard, un cycle par seconde.

## I

### Impédance

Une résistance dépendante de la fréquence (impédance caractéristique) dans une liaison de transmission indiquant l'opposition totale offerte au flux de courant.

### Interférence

Toute distorsion du signal causée par un signal étranger et non désiré.

### ISO/IEC 11801

La norme internationale pour les systèmes de câblage indépendants des applications.

## L

### Lien vers un point de distribution local

#### **Local distribution point link**

Chemin de transmission entre un point de distribution local et l'interface à l'autre extrémité du câble de distribution de la zone fixe, y compris le matériel de connexion à chaque extrémité

### Local Area Network (LAN)

Système de communication de données composé d'ordinateurs hôtes et d'autres ordinateurs interconnectés avec des équipements terminaux (ex, des PC). Fréquemment câblé avec des câbles à paires torsadées ou coaxiaux. Un réseau local permet à plusieurs utilisateurs de partager l'accès aux données et aux ressources. Un réseau local est généralement limité à un seul bâtiment.

## N

### Near End Crosstalk (NEXT)

Le signal perturbateur se couplant de la paire émettrice à la paire réceptrice, à la même extrémité (= extrémité proche) de la liaison. NEXT est exprimé en dB. C'est une indication de la qualité du découplage entre les paires.

### Nominal Velocity of Propagation (NVP)

Lorsque les signaux se déplacent sur un support physique, leur vitesse est inférieure à la vitesse de la lumière et dépend du matériau et de la conception du support. La NVP indique la vitesse des signaux dans le milieu physique par rapport à la vitesse de la lumière dans le vide. En général, les résultats des câbles en cuivre montrent 60 % à 85 % de la vitesse de la lumière.

## P

### Paire (paire de conducteurs)

Deux conducteurs, appariés ensemble (le plus souvent par torsion) et codés par couleur. Voir aussi Câble à paires torsadées symétriques.

### Pas de câblage Lay Length

Le pas de câblage mesure la torsion des câbles à paires torsadées. Deux conducteurs individuels sont torsadés en une paire. Une modification de la longueur de pose peut améliorer les valeurs NEXT.

### Permanent Link

Lien de transmission entre deux interfaces d'un système de câblage indépendant de l'application, à l'exclusion des cordons de raccordement.

### Point de consolidation Consolidation Point

Un point d'interconnexion entre les câbles horizontaux, principalement pour des raisons de commodité, lorsque le mobilier de bureau est réarrangé.

### Point de distribution local Local distribution point

Point de connexion dans le sous-système de câblage de distribution de zone entre un distributeur de zone et une prise d'équipement

### Poste de travail Workplace

Un espace dans un bâtiment où les utilisateurs travaillent à des terminaux de télécommunications. Un poste de travail typique mesure 9 mètres carrés.

### Power Sum

Procédure de test et de mesure de la diaphonie dans les câbles à paires multiples, qui consiste à additionner diverses formes de diaphonie perturbatrice, toutes les autres paires étant actives.

### Prise de télécommunications (TO)

#### Telecommunications Outlet

Terme désignant les prises de données installées sur les postes de travail au sein d'un système de câblage structuré. La connectivité cuivre ou fibre peut être utilisée pour prendre en charge de nombreux services différents (par ex, voix, vidéo et données).

### Prise d'équipement (EO) Equipment Outlet

Dispositif de connexion fixe pour terminer le câblage de distribution de zone et fournir l'interface avec le câblage de l'équipement

## R

### Rayon de courbure Bending Radius

Rayon de courbure qu'un câble en fibre optique ou en cuivre peut adopter avant que le risque de rupture ou d'atténuation accrue ne se produise.

### Return Loss

La perte de retour (Return Loss) indique la régularité de l'impédance le long du câble ainsi que dans le connecteur et le câble de raccordement.

### **Répartiteur de zone** **Zone distributor**

Répartiteur utilisé pour établir des connexions entre le sous-système de câblage de distribution principal, le sous-système de câblage de distribution par zone, le sous-système de câblage d'accès au réseau et les sous-systèmes de câblage spécifiés dans la série ISO/IEC 11801 et les équipements actifs

### **Répartiteur principal** **Main distributor**

Répartiteur utilisé pour établir des connexions entre le sous-système de câblage de distribution principal, le sous-système de câblage d'accès au réseau et les sous-systèmes de câblage spécifiés dans la norme ISO/IEC 11801 et les équipements actifs

### **Résistance**

La caractéristique d'un conducteur définissant le flux de courant généré à une différence de potentiel donnée. Il s'oppose au flux de courant et provoque une perte de performance sous forme de chaleur. La résistance est mesurée en ohms.

### **Réseau** **Network**

Capacité de télécommunications locales et longue distance fournie par les opérateurs publics pour les services de télécommunications par commutateur et par ligne privée. Un système de logiciels et de matériels connectés de manière à favoriser la transmission de données.

## **S**

### **Salle d'équipement (ER)** **Equipment Room**

Salle dédiée à l'hébergement des répartiteurs et des équipements spécifiques aux applications

### **Salle de télécommunications**

#### **Telecommunications Room**

Espace clos pour le logement des équipements de télécommunications, les terminaisons de câbles, interconnect et cross-connect

### **Système de câblage** **Cabling System**

Un système de câbles de télécommunications, de conduits et de matériel de raccordement, interconnectés par des équipements informatiques.

## **T**

### **Test du plan de câblage** **Wire Map Test**

Le test de schéma de câblage permet de vérifier si l'affectation des broches des modules de connexion est identique aux deux extrémités.

### **TIA**

Telecommunications Industry Association, organisme de normalisation nord-américain.

### **TIA 568x**

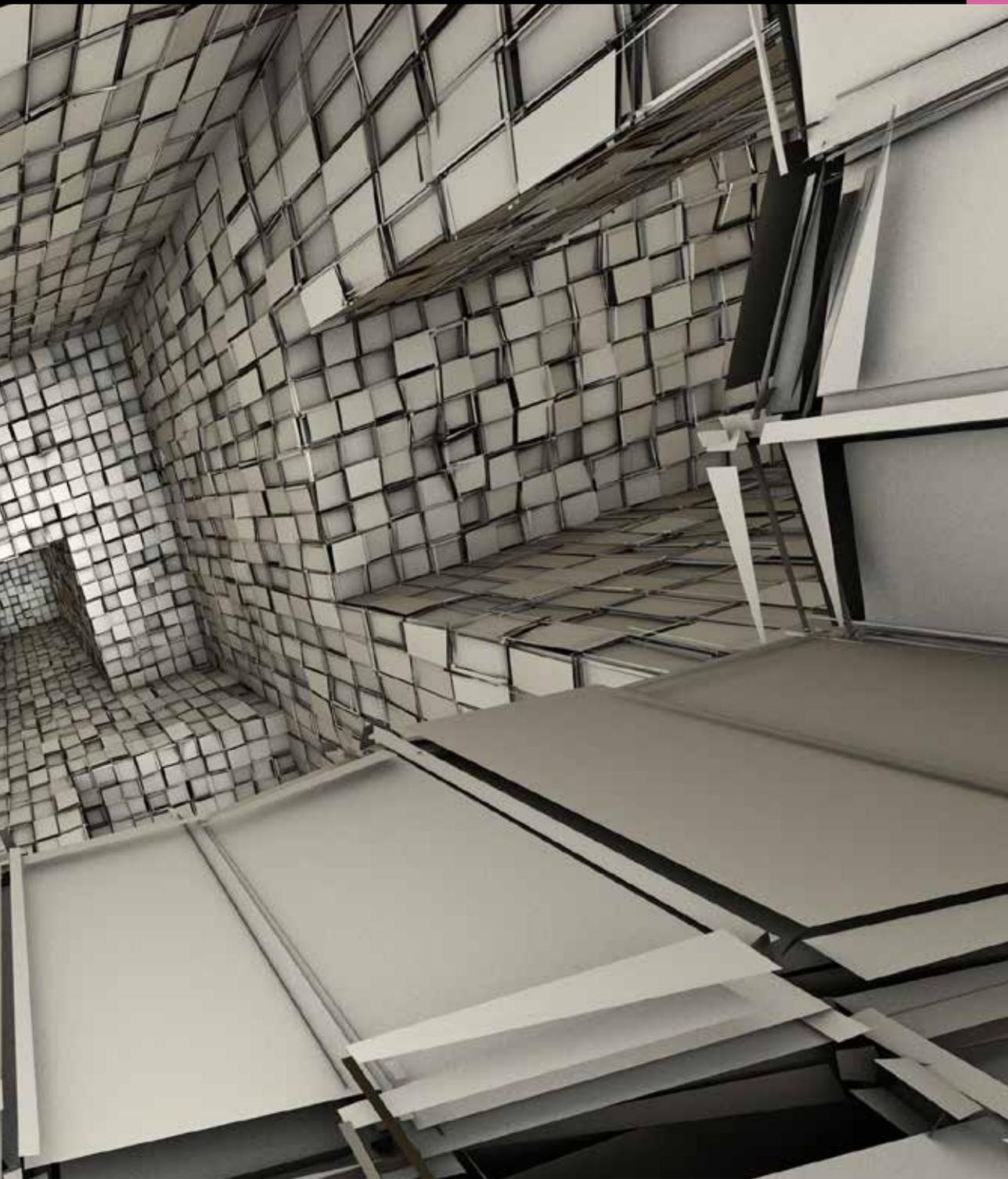
La norme nord-américaine pour le câblage des télécommunications dans les immeubles de bureaux.

### **Trajet du câble** **Cable Route**

Détermination du cheminement des câbles et/ou fixation dans les faux plafonds et plafonds.

## 7. Abréviations

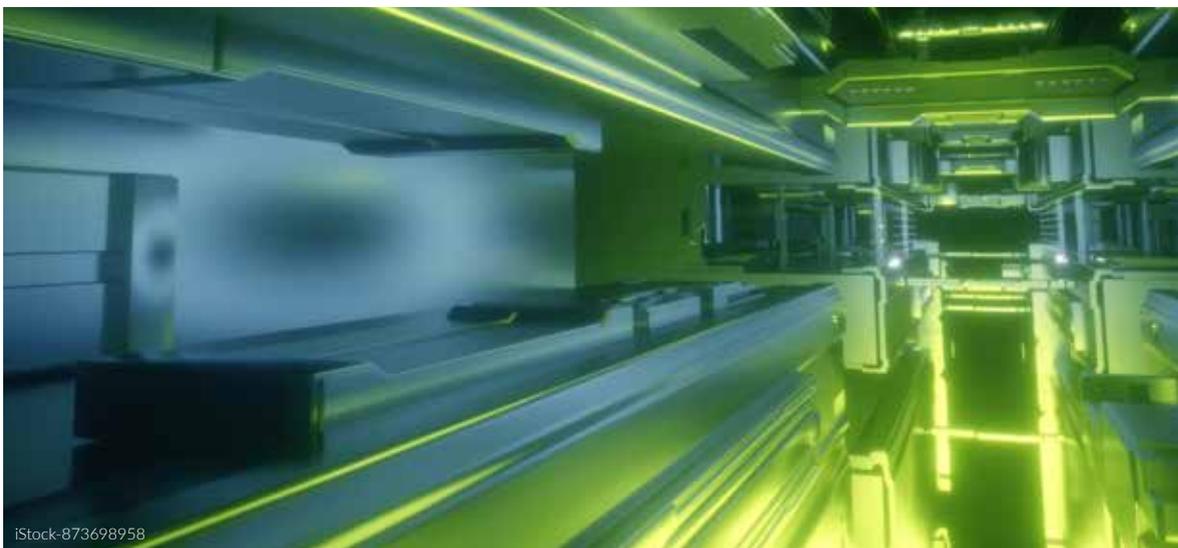




# 7. Abréviations

| Abréviation | Description   |
|-------------|---|
| AC          | Alternate Current (Courant alternatif)  |
| APC         | Angled Physical Contact (Contact physique angulaire)  |
| BN          | Bonded Network (réseau terre)   |
| CBN         | Central Bonded Network (réseau central terre)   |
| CRAC        | Computer Room Air Conditioner (Climatiseur de salle informatique)   |
| DC          | Direct Current (Courant continu)  |
| DC-I        | DC Isolated distribution system   |
| DC-C        | DC Common distribution system   |
| EMC         | Compatibilité électromagnétique   |
| ER          | Equipment Room (Salle d'équipement)   |
| HF          | Haute fréquence   |
| INC         | Inspecter, nettoyer, connecter  |
| MEP         | Mécanique, électricité et plomberie   |
| MMF         | Multi Mode Fiber (Fibre multimode)  |
| MPO         | Multi-fiber Push-On connector   |
| OLT         | Optical Line Terminal   |
| OTDR        | Optical Time Domain Reflectometer (Réflectomètre)   |
| LSPM / OLTS | Light Source Power Meter / Optical Loss Test Set (Photomètre)   |
| ONT         | Optical Network Terminal (Terminal de réseau optique)   |
| OTO         | Optical Telecommunication Outlet (prise télécommunications optique)   |
| PC          | Physical Contact (Contact physique)   |
| PE          | Protective Earth (Terre de protection)  |
| PoE         | Power over Ethernet (Alimentation par Ethernet)   |
| RCD         | Residual-Current Device or residual-current circuit breaker (RCCB)<br>(Dispositif à courant résiduel ou disjoncteur à courant résiduel) |
| SMF         | Single Mode Fiber (Fibre monomode)  |
| SNR         | Singal to Noise Ratio (Rapport signal sur bruit)  |

| Abréviation | Description   |
|-------------|---|
| TN-C        | A combined PEN conductor fulfils the functions of both a PE and an N conductor<br>(Un conducteur PEN combiné remplit les fonctions d'un conducteur PE et d'un conducteur N)   |
| TN-C-S      | Part of the system uses a combined PEN conductor, which is at some point split up into separate PE and N lines<br>(Une partie du système utilise un conducteur PEN combiné, qui est à un certain moment divisé en lignes PE et N séparées)  |
| TN-S        | PE and N are separate conductors that are connected together only near the power source<br>(PE et N sont des conducteurs séparés qui ne sont connectés ensemble qu'à proximité de la source d'alimentation)   |
| TT          | In a TT (Terra-Terra) earthing system, the protective earth connection for the consumer is provided by a local earth electrode, and there is another independently installed at the generator<br>(Dans un système de mise à la terre TT (Terra-Terra), la connexion de terre de protection pour le consommateur est fournie par une électrode de terre locale, et il y en a une autre installée indépendamment sur le générateur) |
| UPS         | Uninterruptible Power Supply (Alimentation sans interruption)   |



iStock-873698958

## 8. Légende





## 8. Légende

| Légende | Description   |
|---------|---|
| A       | Adapter (Traversée)                                     |
| BD      | Building Distributor (Répartiteur de bâtiment)          |
| C       | Connection / Connector (Connexion / Connecteur)         |
| CD      | Campus Distributor (Répartiteur de Campus)              |
| Core    | Core Switch Equipment (Équipement coeur de commutation) |
| CP      | Consolidation Point (Point de consolidation)            |
| EF      | Encircled Flux (Flux encerclé)                          |
| EO      | Equipment Outlet (Prise d'équipement)                   |
| EQP     | Active Equipment (Équipement actif)                     |
| FD      | Floor Distributor (Répartiteur d'étage)                 |
| J       | Raccord (Coupleur de câbles R&M)                        |
| LDP     | Local Distribution Point (Point de distribution local)  |
| MD      | Main Distributor (Répartiteur principal)                |
| MPO     | MPO Connector (Connecteur MPO)                          |
| OLT     | Optical network Line Terminal                           |
| ONT     | Optical Network Termination                             |
| P       | Plug (Fiche)  |
| PP      | Patch Panel (Panneau de brassage)                       |
| Rx      | Receive (Récepteur)                                     |
| Spl     | Splice (Épissure)                                       |
| SVR     | Server (Serveur)  |
| TE      | Terminal Equipment (Équipement terminal)                |
| TO      | Telecommunication Outlet (Prise de télécommunication)   |
| Tx      | Transmit (Transmetteur)                                 |
| ZD      | Zone Distributor (Distributeur de zone)                 |



## 9. Liste des tableaux





## 9. Liste des tableaux

|   |    |
|---|----|
| Assurance qualité des projets, partie 1                                       | 20 |
| Assurance qualité des projets, partie 2                                       | 21 |
| Norme ISO   | 24 |
| Norme TIA   | 25 |
| Norme TIA   | 25 |
| Norme EN  | 26 |
| Classes et critères de RPC  | 29 |
| Classes supplémentaires RCP et niveaux de protection contre l'incendie        | 30 |
| Distribution électrique CEM   | 34 |
| Différences normes  | 37 |
| Classification des liens de connexion R&Mfreenet                              | 37 |
| Structure de câble TP   | 38 |
| Exemple de fiche technique - câble en cuivre                                  | 40 |
| Équation du lien de câblage horizontal  | 41 |
| Longueurs de câblage de référence ISO/IEC 11801                               | 41 |
| Équation Interconnect-TO  | 42 |
| Équation Cross connect-TO   | 42 |
| Équation Interconnect-CP-TO   | 43 |
| Equation Cross connect CP-TO  | 44 |
| Équation Interconnect-EO  | 45 |
| Équation Cross connect-EO   | 45 |
| Équation Interconnect-LDP-EO  | 46 |
| Équation Cross connect-LDP-EO   | 46 |
| Équation du principal channel de distribution                                 | 47 |
| R&Mfreenet Longueur horizontale maximale AWG26                                | 48 |
| R&Mfreenet Longueur horizontale maximale de l'IEEE                            | 49 |
| R&Mfreenet Longueur horizontale maximale de l'IEEE pour câble personnalisé    | 49 |
| R&Mfreenet Longueur horizontale minimale Cat. 6 <sub>A</sub> ISO              | 50 |
| R&Mfreenet longueur horizontale minimale Cat. 6 <sub>A</sub> EL               | 50 |
| One connector equation  | 51 |
| Équation un connecteur  | 52 |
| Équation du modèle BtB  | 52 |
| Équation du modèle Cross-inter-cross  | 53 |
| Classification câbles de technologie de l'information selon norme EN 50174-2  | 60 |
| Séparation minimale S selon EN 50174-2  | 60 |
| Exigences de séparation entre le câblage métallique et les câbles spécifiques |    |
| Sources IME selon la norme EN 50174-2   | 61 |
| Restrictions de longueur pour la classe I / Cat. 8                            | 73 |
| Exigences des composants pour les normes                                      | 75 |

|  |     |
|--|-----|
| Applications IEEE supportées par MMF (ISO/IEC 11801-1)         | 77  |
| Applications IEEE supportées par SMF (ISO/IEC 11801-1)         | 78  |
| Types de connecteurs FO - partie 1                             | 79  |
| Types de connecteurs FO - partie 2                             | 80  |
| Types de connecteurs FO - partie 3                             | 81  |
| Types de traversées FO - partie 1                              | 82  |
| Types de traversées FO - partie 2                              | 83  |
| Grades IL selon la norme IEC 61753-1                           | 84  |
| Grade RL selon IEC 61752-1                                     | 84  |
| Connecteur FO IL vs RL   | 85  |
| ISO11801-1 atténuation du câble                                | 85  |
| Perte de câble FO R&M <i>freenet</i>                           | 86  |
| Types de câbles à fibres optiques                              | 87  |
| Construction de câbles à fibres optiques - partie 1            | 88  |
| Construction de câbles à fibres optiques - partie 2            | 89  |
| Budget d'énergie GPON IEEE802.3                                | 95  |
| Performance splitter R&M                                       | 95  |
| Codes de couleur des câbles d'installation FO                  | 98  |
| Exemple de rayon de courbure d'un câblage en cuivre            | 116 |
| Raccordement des modules                                       | 119 |
| Aperçu des classes laser selon la norme IEC 60825 Ed. 3.0:2013 | 123 |
| Traitements primaires Isopropanol & Hexane                     | 125 |
| Résistance à la traction des câbles FO                         | 127 |
| Rayon de courbure du câble FO                                  | 128 |
| Tolérance de mesure des équipements de test                    | 136 |
| Matériel de test accepté pour les demandes de garantie         | 138 |
| Sélection de la norme des équipements de test                  | 139 |
| Sélection des adaptateurs pour les équipements de test         | 140 |
| Critères ISO 61300-3-35  | 151 |
| Budget des pertes d'accouplement de référence                  | 154 |
| Budget de référence/perte d'accouplement aléatoire             | 155 |
| FO cable index of refraction                                   | 157 |
| FO cable index of refraction                                   | 164 |
| Atténuation de la connexion R&M <i>freenet</i>                 | 169 |
| Procédure de test OTDR étape 5                                 | 170 |
| Procédure de documentation sur la fibre optique                | 173 |

## 10. Liste des figures





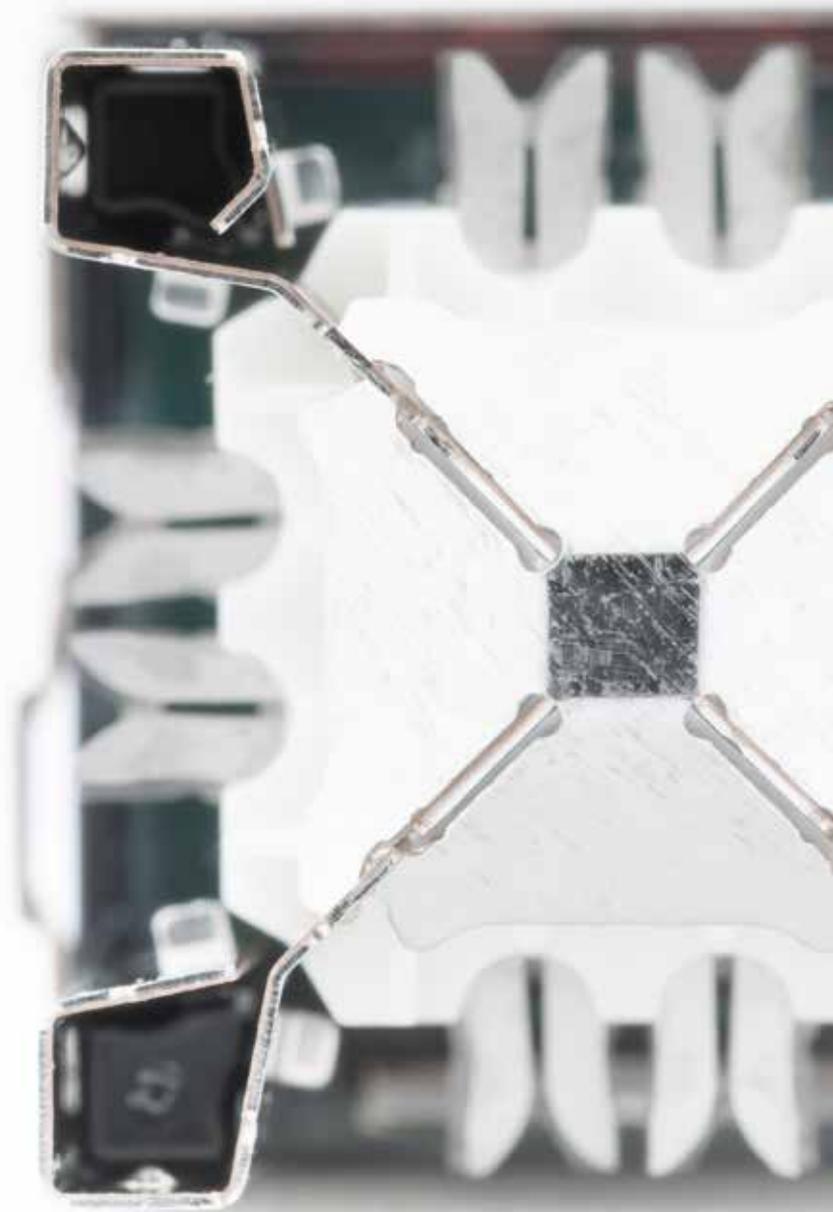
# 10. Liste des figures

|  |    |
|--|----|
| Classification MICE  | 27 |
| Mise à la terre des locaux   | 32 |
| EN 50310 Minimum   | 32 |
| EN50310 recommandé   | 33 |
| Concept de mise à la terre des panneaux R&M                                | 35 |
| Modèle Interconnect-TO   | 42 |
| Modèle Interconnect-TO   | 42 |
| Modèle Interconnect-CP-TO  | 43 |
| Modèle Cross connect-CP-TP   | 44 |
| Modèle Interconnect-EO   | 45 |
| Modèle Cross connect-EO  | 45 |
| Modèle Interconnect-LDP-EO   | 46 |
| Modèle Cross connect-LDP-EO  | 46 |
| Modèle Channel du répartiteur principal                                    | 47 |
| LAN Un connecteur  | 51 |
| DC Un connecteur   | 51 |
| OC/DC Modèle MPTL à 1 connecteur avec coupleur de câbles                   | 52 |
| Modèle BtB interconnect  | 52 |
| Modèle Cross-inter-cross connection  | 53 |
| Modèle Interconnect TO/EO avec coupleur RJ45                               | 56 |
| Modèle PL intérieur / extérieur MPTL couplé avec coupleur de câbles        | 56 |
| Modèle Cross connect TO/EO avec coupleur RJ45                              | 56 |
| Modèle Interconnect LDP EO avec coupleur RJ45                              | 57 |
| Modèle Cross connect LDP EO avec coupleur RJ45                             | 57 |
| Répartition de chaleur avec PoE  | 63 |
| Contact IPC  | 64 |
| Comportement de résistance   | 65 |
| Contact IDC  | 65 |
| Étincelle lors de la déconnexion sous charge                               | 66 |
| Point de contact de déplacement pendant le processus de branchement        | 67 |
| Influence TCL  | 68 |
| Bonne conception des contacts  | 68 |
| Rayonnement CEM  | 69 |
| Restrictions de longueur 25G-ready   | 71 |
| Exemple de test PL   | 72 |
| Exemple de test 25G  | 72 |
| Représentation schématique channel Cat. 8.1 avec spécification de longueur | 74 |
| Exemple de calcul FO LAN   | 90 |
| Exemple de calcul FO DC  | 90 |

|  |     |
|--|-----|
| 3 connecteurs FO combinés  | 91  |
| 4connecteurs FO combinés + épissure  | 91  |
| 5 connecteurs FO combinés  | 92  |
| Schéma principal pour POLAN  | 93  |
| Exemple de configuration POLAN   | 94  |
| Exemple de calcul POLAN  | 96  |
| Produits pour la réalisation d'un POLAN                                    | 97  |
| Polarité d'une jarretière de brassage FO                                   | 98  |
| Polarité d'un backbone FO croisé   | 100 |
| Polarité d'un backbone FO droit  | 101 |
| Key Up et Key Down   | 102 |
| Câbles MPO Type A et MPO Type B  | 102 |
| Méthode de polarité composants MPO méthode A                               | 103 |
| Méthode de polarité MPO A fan-out  | 103 |
| Méthode de polarité MPO A 40 / 100G  | 104 |
| Méthode de polarité MPO R&M avec fan-out Trunk B                           | 105 |
| Méthode de polarité MPO R&M 40 / 100G Trunk B                              | 105 |
| Méthode de polarité MPO R&M avec fan-out Trunk A                           | 106 |
| Méthode de polarité MPO R&M 40 / 100G Trunk A                              | 106 |
| Câble en cuivre stocké dans de bonnes conditions                           | 111 |
| Câble en cuivre stocké dans de mauvaises conditions                        | 111 |
| Dérouleur avec barre   | 112 |
| Procédure de levage correcte   | 112 |
| Acheminement correct des câbles  | 114 |
| Bonne direction pour le déroulement  | 115 |
| Mauvaise direction pour le déroulement                                     | 115 |
| Installation correcte de la colonne montante verticale                     | 116 |
| Fixation correcte des câbles verticaux                                     | 116 |
| Poulie d'installation de câble en cuivre                                   | 116 |
| Exemples de gestion de câbles  | 117 |
| Outils pour raccorder les câbles en cuivre                                 | 118 |
| Câblage correct  | 120 |
| Câblage incorrect  | 120 |
| Protection d'allée de l'armoire  | 126 |
| Gestion efficace des câbles  | 128 |
| Outils pour la préparation et le raccordement des câbles à fibres optiques | 129 |
| Connecteur LC APC FO Field   | 130 |
| Assemblage du connecteur FO Field  | 131 |
| Gestion des câbles de raccordement avec le système ODF R&M                 | 132 |

## 10. Liste des figures

|  |     |
|--|-----|
| Jarretières de brassage avec Netscale de R&M   | 132 |
| Exemple de lien de test PL   | 141 |
| Exemple de lien de test CH   | 141 |
| Exemple de lien de test MPTL   | 141 |
| Exemple de lien de test PL avec CP Méthode 1   | 142 |
| Exemple de lien de test PL avec CP Méthode 2   | 142 |
| Analyse d'évaluation des mesures   | 143 |
| Configuration de liaison permanente de câblage FO  | 147 |
| Configuration du test du canal FO  | 148 |
| Test direct impossible via splitter  | 149 |
| Diviser l'installation en deux parties et tester le câble principal  | 149 |
| Et chaque prise individuellement   | 149 |
| Défauts les plus courants dans les installations à fibre optique   | 150 |
| ISO 61300-3-35 SMF & MMF   | 150 |
| Exemples de surfaces de connecteur de fibre optique nettoyées  | 151 |
| Équipement de nettoyage d'extrémité de fibre   | 152 |
| Outil d'inspection d'extrémité de fibre  | 152 |
| Méthode de référence «un Cavalier»   | 158 |
| Vérification de la méthode «un Cavalier»   | 159 |
| Vérification de la méthode «Etendue 3-Cavaliers»   | 159 |
| Mesure d'un PL   | 160 |
| Mesure d'un CH   | 160 |
| Mesure de boucle OTDR A à B  | 163 |
| Mesure de boucle OTDR B vers A   | 163 |
| Vérification des cordons de test et du connecteur de référence de boucle   | 165 |
| Vérification du connecteur de référence des cordons de test 1 et 2   | 165 |
| Tester les câbles 1 et 2 et la liaison 3 avec les connecteurs APC<br>(événements non définis, c'est-à-dire non visibles) | 166 |
| Tester les câbles 1 et 2 et la liaison 3 avec les connecteurs APC<br>(événements définis et donc visibles)               | 166 |
| Mesure de boucle unidirectionnelle   | 168 |
| Mesure MMF (multimode) de fin > origine  | 168 |
| Mesure MMF (multimode) de origine > fin  | 168 |















## Siège social

Suisse  
Reichle & De-Massari AG  
Binzstrasse 32  
CH-8620 Wetzikon

[www.rdm.com](http://www.rdm.com)

euiliez choisir votre pays  
sur notre site web mondial

**Portail du blog R&M**

[www.blog.rdm.com](http://www.blog.rdm.com)



[/reichle-&-de-massari-ag](https://www.linkedin.com/company/reichle-&-de-massari-ag)



[/reichledemassari](https://www.instagram.com/reichledemassari)



[@reichledemassari](https://www.facebook.com/reichledemassari)



[/ReichleDeMassariAG](https://www.youtube.com/ReichleDeMassariAG)



[@reichle\\_massari](https://twitter.com/reichle_massari)



Nous sommes représentés par près de 3000 partenaires qualifiés dans le monde entier. Trouvez votre partenaire local à l'adresse suivante : [www.rdm.com](http://www.rdm.com)



H:\Installation-Test\_Guide\line\_0720\_FR\_HQ  
© Reichle & De-Massar AG - All rights reserved