



Assistance Publique – Hôpitaux de Paris

## **CAHIER DES CHARGES DES BONNES PRATIQUES DE CABLAGE FTTO**



---

## Table des matières

|       |                                                                          |    |
|-------|--------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.    | Introduction .....                                                       | 3  |
| 2.    | Conformité au Règlement Produits de Construction (RPC) .....             | 3  |
| 3.    | Les types de fibre optique utilisée en FTTO .....                        | 5  |
| 3.1.  | Fibre multimode OM3 insensible à la courbure (BIMMF) .....               | 5  |
| 3.2.  | Fibre multimode OM4 insensible à la courbure (BIMMF) .....               | 6  |
| 3.3.  | Fibre multimode OM5 insensible à la courbure (BIMMF) .....               | 7  |
| 3.4.  | Fibre monomode OS2 insensible à la courbure (BI) .....                   | 9  |
| 4.    | Conception d'un système de câblage FTTO .....                            | 11 |
| 4.1.  | Concept FTTO .....                                                       | 11 |
| 4.2.  | Topologie d'un système de câblage FTTO .....                             | 12 |
| 4.3.  | Technologie d'un système de câblage FTTO .....                           | 27 |
| 5.    | Infrastructure de câblage fibre optique .....                            | 29 |
| 5.1.  | Câble de distribution fibre .....                                        | 29 |
| 5.2.  | Ensemble câble fibre préconnectorisé .....                               | 34 |
| 5.3.  | Caractéristiques des fibres optiques .....                               | 38 |
| 5.4.  | Prise de télécommunications OF pour FTTO .....                           | 42 |
| 5.5.  | Boitier de répartition de zone verrouillable .....                       | 44 |
| 5.6.  | Boitier de distribution de zone (BDZ) FTTO .....                         | 45 |
| 5.7.  | Câble de descente Fibre renforcé boitier de zone / Switch FTTO .....     | 46 |
| 5.8.  | Panneau de brassage fibre optique .....                                  | 47 |
| 5.9.  | Pigtails fibre optique .....                                             | 54 |
| 5.10. | Cordons de brassage fibre optique .....                                  | 57 |
| 5.11. | Cordons de brassage cuivre .....                                         | 64 |
| 6.    | Switches FTTO .....                                                      | 66 |
| 6.1.  | Caractéristiques générales des switches FTTO .....                       | 66 |
| 6.2.  | Switch FTTO avec 2x100/1000 SFP uplinks et 1x10/100/1000 TP Uplink ..... | 67 |
| 6.3.  | Switch FTTO avec 2x100/1000 SFP uplinks .....                            | 67 |
| 6.4.  | Switch FTTO avec 1x100/1000 SFP uplink et 1x10/100/1000 TP uplink .....  | 68 |
| 6.5.  | Switch FTTO pour environnement MEDICAL .....                             | 68 |
| 6.6.  | Version durcie du Switch FTTO "IND" .....                                | 68 |
| 6.7.  | Caractéristiques du système d'exploitation (firmware) .....              | 68 |
| 7.    | Transceivers SFP .....                                                   | 70 |
| 8.    | Alimentations .....                                                      | 71 |
| 9.    | Logiciel de Management .....                                             | 73 |
| 10.   | Test .....                                                               | 74 |
| 10.1. | Test de fibres verticales .....                                          | 74 |
| 11.   | Procédures .....                                                         | 75 |
| 11.1. | Guide d'installation .....                                               | 75 |
| 11.2. | Protection incendie .....                                                | 75 |
| 11.3. | Mise à la terre .....                                                    | 75 |
| 12.   | Gestion du projet .....                                                  | 75 |
| 12.1. | Conception du projet et marquage .....                                   | 75 |
| 12.2. | Gestion de projet .....                                                  | 75 |
| 13.   | Garantie .....                                                           | 76 |
| 13.1. | Sous-système Fibre .....                                                 | 76 |
| 14.   | Documentation .....                                                      | 79 |

---

## 1. Introduction

Cet document présente une description d'un système de câblage Fibre To The Office (FTTO) basé sur la dernière édition des normes applicables :

- ISO/IEC 11801:2017  
Technologies de l'information -- Câblage générique des locaux d'utilisateurs

ou

- EN 50173-1 à -3 Ed. 2
- EN50174-1 and -2 Ed .3 / EN50174-3:2013/FprA1:2016

En outre, ce document présente les bonnes pratiques pour définir une infrastructure de câblage centralisé indépendamment des applications qu'elle devra transporter en charge, qui sera évolutive et de maintenance aisée.

L'installation du système de câblage sera réalisée conformément aux recommandations établies dans les normes, les recommandations du fabricant et/ou les meilleures pratiques de l'industrie applicables.

Les spécifications techniques qui suivent devront être respectées pour les équipements des installations

- Il est bien entendu que si dans le présent dossier (plans et pièces écrites), une marque de matériel ou une référence est précisée, elle ne l'est que pour désigner le type d'appareil recherché comme critère de qualité et de performance techniques et esthétiques et n'a aucun caractère impératif.
- L'entreprise proposera si elle le désire un matériel de caractéristiques et de qualités équivalentes. Dans tous les cas, les marques et types de matériels proposés devront recevoir l'approbation du Maître d'œuvre.

En plus de l'infrastructure passive et des différentes architectures possibles, le matériel actif d'accès est également présentés dans ce document. Ce document ne couvre par contre pas le ou les équipements actifs de cœur de réseau.

Enfin, dans tous les cas la solution qui sera retenue devra répondre ou surpasser toutes les exigences imposées au système de câblage et aux équipements présentées dans le présent document. Concernant l'installation du système de câblage, il devra être réalisé conformément aux recommandations établies dans les normes, les recommandations du fabricant et/ou les meilleures pratiques de l'industrie applicables.

## 2. Conformité au Règlement Produits de Construction (RPC)

### Information générale

Initié en tant que Directive Produits de construction (DPC) en 1989 puis converti en Règlement en 2011 (RPC) avec une date d'application au 1er juillet 2013, le RPC a été produit par la Commission européenne dans le but de légiférer sur la nécessité pour les ouvrages de construction d'être conçus et exploités de manière à ne pas mettre en danger la sécurité des personnes, des animaux domestiques ou des biens, et à ne pas porter préjudice à l'environnement.

### Objectifs du RPC

- Définir des règles harmonisées pour la commercialisation des produits de construction au sein de l'UE.
- Fournir un langage technique commun permettant d'exprimer les performances des produits de construction.
- Garantir la disponibilité d'informations fiables, permettant de comparer des produits de construction issus de différents fabricants dans différents pays.

---

### **Implications pour les câbles**

La norme EN 50575 est la norme européenne harmonisée, parue en 2014 et publiée au Journal officiel de l'Union européenne (JOUE) le 10 juillet 2015, qui spécifie les exigences pour les câbles destinés à être incorporés de façon durable dans des constructions par rapport à leur réaction au feu.

### **Performance des câbles**

La performance incendie des câbles est classifiée selon un certain nombre de critères :

- Propagation des flammes et puissance calorifique
- Génération de fumée, dégagement de gaz acide et gouttelettes enflammées

Ces critères et méthodes d'essai sont spécifiés dans les normes existantes IEC/EN 60332-1, IEC/EN 61034-2, IEC/EN 60754-2 et dans une nouvelle norme européenne harmonisée EN 50399.

### **Classes de performance des câbles**

- 7 Euroclasses s'appliquent à la propagation des flammes et la puissance calorifique : A, B1, B2, C, D, E et F (A étant la classe la plus stricte, à savoir non-combustible et F indiquant aucune performance déclarée)
- 5 classifications s'appliquent à la génération de fumée : s1, s1a, s1b, s2, s3 (s1a étant la plus stricte et s3 indiquant aucune performance déclarée ou échec d'obtention des quatre autres classifications)
- 3 classifications s'appliquent au dégagement de gaz acide : a1, a2, a3 (a1 étant la plus stricte et a3 indiquant aucune performance déclarée ou échec d'obtention des deux autres classifications)
- 3 classifications s'appliquent aux gouttelettes enflammées : d0, d1, d2 (d0 étant la plus stricte et d2 indiquant aucune performance déclarée ou échec d'obtention des deux autres classifications)

Les exigences varieront selon les différents paramètres tels que le type de bâtiment, le niveau d'occupation, la difficulté d'évacuation, etc.

Ces exigences ne sont pas harmonisées et peuvent donc varier d'un pays à l'autre.

Le gouvernement de chaque État membre de l'UE a pour obligation légale d'adopter le RPC dans sa réglementation nationale et de garantir la surveillance efficace de son marché.

La personne qui met le produit sur le marché de l'UE est responsable de la conformité de celui-ci avec les obligations du RPC. Il peut s'agir du fabricant réel ou de l'importateur.

### **Le produit doit posséder une déclaration de performance (DoP) :**

C'est un document rédigé par le fabricant (ou l'importateur) dans la ou les langue(s) officielle(s) du pays de l'UE dans lequel le produit est mis en vente et contenant des informations bien définies, telles que l'identifiant du produit, son usage prévu, sa performance déclarée conformément au RPC et l'identification de l'organisme notifié. La DoP doit être mise à la disposition du public, soit en version papier, soit au format électronique. Elle ne doit pas forcément accompagner le produit proprement dit.

### **L'emballage du produit doit porter un marquage bien défini, comprenant le marquage CE :**

Les étiquettes sur les tourets et boîtes de câbles doivent contenir les mêmes données que sur la DoP, le numéro de référence de la DoP, le marquage CE et l'année du premier marquage CE. Le fabricant (ou l'importateur) peut choisir la langue utilisée sur l'étiquette informative. Le câble ne doit pas forcément porter le marquage CE ni contenir une quelconque mention des exigences du RPC en matière d'étiquetage.

Le fabricant n'est pas le seul responsable en matière de conformité au RPC.

Les distributeurs, prescripteurs et propriétaires de bâtiment assument également la responsabilité.

- **Les distributeurs** ne doivent pas revendre des câbles qui ne possèdent pas de DoP et qui ne portent pas l'étiquetage approprié.
- **Les prescripteurs** doivent faire référence aux Euroclasses et critères s/a/d appropriés, conformément aux réglementations nationales relatives au RPC.

- **Les propriétaires de bâtiment** doivent veiller à ce que l'infrastructure utilisée sur leurs plans de construction soit conforme aux réglementations nationales relatives au RPC.

### **Applicabilité**

La régulation est applicable depuis le 1er juillet 2017, date à laquelle le marquage CE pour le RPC est obligatoire.

Pour chaque câble listé dans ce document et à installer dans le centre de donnée ou les locaux utilisateurs du client la classe de performance est clairement définie dans les pages suivantes en fonction du type de bâtiment, du niveau d'occupation, de la difficulté d'évacuation, etc.

Tous les câbles VDI cuivre et fibre optiques qui seront installés dans le cadre de ce projet seront de type LSZH (Low Smoke Zero Halogen) et seront conformes aux normes IEC 61034-1 & -2 (Densité de fumées) et IEC 60754-2 (Acidité et conductivité). Les câbles de type Plenum ne seront pas acceptés.

## **3. Les types de fibre optique utilisée en FTTO**

L'appellation fibre optique regroupe différents types de média présentant des caractéristiques différentes. Elles sont réparties en deux grandes catégories, multimode et monomode, dont les caractéristiques et les domaines d'utilisation (débit/distance) sont présentés dans ce chapitre.

### **3.1. Fibre multimode OM3 insensible à la courbure (BIMMF)**

Les systèmes fibres comporteront une garantie de prise en charge de toutes les applications actuelles ou futures qui nécessitent l'utilisation de fibres OM3, conformément à la norme IEC 60793-2-10 A1a.2b.

Les fibres insensibles à la courbure sont conçues pour supporter des courbures serrées avec une perte de signal significativement plus faible que les fibres multimode classiques.

| <b>Pertes de macrocourbure</b>               |               |               |
|----------------------------------------------|---------------|---------------|
| <b>Fibre Multimode / longueur d'onde</b>     | <b>850 nm</b> | <b>1300nm</b> |
| 100 tours sur un mandrin de 37,5 mm de rayon | ≤ 0,5 dB      | ≤ 0,5 dB      |
| 2 tours sur un mandrin de 15 mm de rayon     | ≤ 0,1 dB      | ≤ 0,3 dB      |
| 2 tours sur un mandrin de 7,5 mm de rayon    | ≤ 0,2 dB      | ≤ 0,5 dB      |

Le système de câblage est également ouvert à de nouvelles applications qui nécessitent un sous-système de câblage **OM3** tel que défini dans les dernières éditions des normes : **ISO/IEC 11801:2017** ou EN 50173 édition 2.

La bande passante modale effective (EMB) des fibres OM3 sera mesurée conformément aux modèles et méthodes décrits dans la norme IEC 60793-2-10, section D2 et la bande passante modale effective calculée de l'IEC 60793-2-10, section D3.

| <b>OPTICAL PERFORMANCE</b>                     |                        |             |
|------------------------------------------------|------------------------|-------------|
| <b>Characteristics</b>                         | <b>OM3 Spec Values</b> | <b>Unit</b> |
| Bandwidth (Overfilled Launch) 850 nm           | ≥ 1500                 | Mhz.km      |
| Bandwidth (Overfilled Launch) 1300 nm          | ≥ 500                  | Mhz.km      |
| Effective Modal Bandwidth (EMB) 850 nm         | ≥ 2000                 | Mhz.km      |
| Transmission link lengths for 1 Gb/s (SX/LX)   | 880/550                | m           |
| Transmission link lengths for 10 Gb/s (SR/LX4) | 330/300                | m           |
| Transmission link lengths for 40 Gb/s (SR4)    | 100                    | m           |
| Transmission link lengths for 100 Gb/s (SR10)  | 100                    | m           |
| Attenuation 850 nm                             | 3.0                    | dB/km       |
| Attenuation 1300 nm                            | 1.0                    | dB/km       |
| Attenuation uniformity                         | ≤ 0.2                  | dB          |
| Numerical Aperture                             | 0.20 ± 0.02            |             |

Les fiches techniques et modules de garantie présentant les caractéristiques et les valeurs garanties conformément aux exigences de cet appel d'offres seront joints par le fournisseur à ses documents de soumission.

Tous les composants proposés, y compris les connecteurs, pigtails et cordons de brassage, doivent être produits par le même fabricant. Cette condition garantira que les applications et la Garantie de prise en charge de distance telle que décrite dans le chapitre Garantie de cet appel d'offres peuvent être obtenues auprès du fabricant.

### **Distances garanties**

| Ethernet distances |                                    |      |      |      |                                              |      |      |      |
|--------------------|------------------------------------|------|------|------|----------------------------------------------|------|------|------|
| Applications       | Pre-Terminated ST/SC/LC Assemblies |      |      |      | Direct termination or splicing with ST/SC/LC |      |      |      |
| # Connections      | 2                                  | 4    | 6    | 8    | 2                                            | 4    | 6    | 8    |
| 1GBase-SX          | 940m                               | 930m | 920m | 900m | 900m                                         | 860m | 800m | 750m |
| 10GBase-SR         | 350m                               | 350m | 340m | 330m | 340m                                         | 320m | 300m | 280m |
| 25GBase-SR         | 85m                                | 80m  | 80m  | 75m  | 75m                                          | 70m  | 60m  | 50m  |
| 40G BiDi           | 130m                               | 125m | 120m | 115m | 115m                                         | 110m | 100m | 90m  |

| Fibre Channel Distances     |                                    |       |       |       |                                              |      |      |      |
|-----------------------------|------------------------------------|-------|-------|-------|----------------------------------------------|------|------|------|
| Applications                | Pre-Terminated ST/SC/LC Assemblies |       |       |       | Direct termination or splicing with ST/SC/LC |      |      |      |
| # Connections               | 2                                  | 4     | 6     | 8     | 2                                            | 4    | 6    | 8    |
| 1GFC (PI-4 100-M5E-SN-I)    | 1200m                              | 1180m | 1140m | 1100m | 1100m                                        | 940m | 800m | 700m |
| 2GFC (PI-4 200-M5E-SN-I)    | 700m                               | 680m  | 660m  | 640m  | 640m                                         | 540m | 440m | 350m |
| 4GFC (PI-5 400-M5E-SN-I)    | 440m                               | 435m  | 430m  | 420m  | 420m                                         | 380m | 340m | 300m |
| 8GFC (PI-5 800-M5E-SN-I)    | 200m                               | 195m  | 185m  | 180m  | 180m                                         | 150m | 125m | 100m |
| 16GFC (PI-5 1600-M5E-SN-I)  | 135m                               | 130m  | 125m  | 120m  | 120m                                         | 95m  | 70m  | 40m  |
| 32GFC (PI-6 3200-5ME-SN-I)  | 85m                                | 85m   | 80m   | 75m   | 75m                                          | 65m  | 50m  | 35m  |
| 10GFC (10GFC 1200-M5E-SN-I) | 350m                               | 350m  | 340m  | 330m  | 340m                                         | 320m | 300m | 280m |

## **3.2. Fibre multimode OM4 insensible à la courbure (BIMMF)**

Les systèmes fibres comporteront une garantie de prise en charge de toutes les applications actuelles ou futures qui nécessitent l'utilisation de fibres OM4, conformément à la norme IEC 60793-2-10 A1a.3b. Les fibres insensibles à la courbure sont conçues pour supporter des courbures serrées avec une perte de signal significativement plus faible que les fibres multimode classiques.

| Pertes de macrocourbure                      |          |          |
|----------------------------------------------|----------|----------|
| Fibre Multimode / longueur d'onde            | 850 nm   | 1300nm   |
| 100 tours sur un mandrin de 37,5 mm de rayon | ≤ 0,5 dB | ≤ 0,5 dB |
| 2 tours sur un mandrin de 15 mm de rayon     | ≤ 0,1 dB | ≤ 0,3 dB |
| 2 tours sur un mandrin de 7,5 mm de rayon    | ≤ 0,2 dB | ≤ 0,5 dB |

Le système de câblage est également ouvert à de nouvelles applications qui nécessitent un sous-système de câblage **OM4** tel que défini dans les dernières éditions des normes : **ISO/IEC 11801:2017** ou EN 50173 édition 2.

La bande passante modale effective (EMB) des fibres OM4 sera mesurée conformément aux modèles et méthodes décrits dans la norme IEC 60793-2-10, section D4 et la bande passante modale effective calculée de l'IEC 60793-2-10, section D5.

| OPTICAL PERFORMANCE                            |                 |        |
|------------------------------------------------|-----------------|--------|
| Characteristics                                | OM4 Spec Values | Unit   |
| Bandwidth (Overfilled Launch) 850 nm           | ≥ 3500          | Mhz.km |
| Bandwidth (Overfilled Launch) 1300 nm          | ≥ 500           | Mhz.km |
| Effective Modal Bandwidth (EMB) 850 nm         | ≥ 4700          | Mhz.km |
| Transmission link lengths for 1 Gb/s (SX/LX)   | 900/550         | m      |
| Transmission link lengths for 10 Gb/s (SR/LX4) | 550*/300        | m      |
| Transmission link lengths for 40 Gb/s (SR4)    | 150*            | m      |
| Transmission link lengths for 100 Gb/s (SR10)  | 150*            | m      |
| Attenuation 850 nm                             | 3.0             | dB/km  |
| Attenuation 1300 nm                            | 1.0             | dB/km  |
| Attenuation uniformity                         | ≤ 0.2           | dB     |
| Numerical Aperture                             | 0.20 ± 0.02     |        |

Les fiches techniques et modules de garantie présentant les caractéristiques et les valeurs garanties conformément aux exigences de cet appel d'offres seront joints par le fournisseur à ses documents de soumission.

Tous les composants proposés, y compris les connecteurs, pigtails et cordons de brassage, doivent être produits par le même fabricant. Cette condition garantira que les applications et la Garantie de prise en charge de distance telle que décrite dans le chapitre Garantie de cet appel d'offres peuvent être obtenues auprès du fabricant.

#### Distances garanties

| Ethernet distances |                                    |      |      |      |                                              |      |      |      |
|--------------------|------------------------------------|------|------|------|----------------------------------------------|------|------|------|
| Applications       | Pre-Terminated ST/SC/LC Assemblies |      |      |      | Direct termination or splicing with ST/SC/LC |      |      |      |
| # Connections      | 2                                  | 4    | 6    | 8    | 2                                            | 4    | 6    | 8    |
| 1GBase-SX          | 970m                               | 960m | 940m | 930m | 930m                                         | 880m | 820m | 780m |
| 10GBase-SR         | 550m                               | 540m | 530m | 520m | 520m                                         | 490m | 460m | 440m |
| 25GBase-SR         | 120m                               | 115m | 110m | 105m | 105m                                         | 90m  | 70m  | 50m  |
| 40G BiDi           | 155m                               | 150m | 145m | 140m | 145m                                         | 140m | 125m | 115m |

| Fibre Channel Distances     |                                    |       |       |       |                                              |       |      |      |
|-----------------------------|------------------------------------|-------|-------|-------|----------------------------------------------|-------|------|------|
| Applications                | Pre-Terminated ST/SC/LC Assemblies |       |       |       | Direct termination or splicing with ST/SC/LC |       |      |      |
| # Connections               | 2                                  | 4     | 6     | 8     | 2                                            | 4     | 6    | 8    |
| 1GFC (PI-4 100-M5F-SN-I)    | 1250m                              | 1230m | 1200m | 1150m | 1140m                                        | 1000m | 800m | 700m |
| 2GFC (PI-4 200-M5F-SN-I)    | 750m                               | 740m  | 720m  | 680m  | 680m                                         | 560m  | 460m | 360m |
| 4GFC (PI-5 400-M5F-SN-I)    | 500m                               | 490m  | 480m  | 470m  | 470m                                         | 420m  | 370m | 330m |
| 8GFC (PI-5 800-M5F-SN-I)    | 250m                               | 245m  | 225m  | 220m  | 220m                                         | 190m  | 160m | 130m |
| 16GFC (PI-5 1600-M5F-SN-I)  | 165m                               | 160m  | 155m  | 150m  | 150m                                         | 125m  | 95m  | 50m  |
| 32GFC (PI-6 3200-M5F-SN-I)  | 120m                               | 115m  | 110m  | 100m  | 100m                                         | 90m   | 70m  | 50m  |
| 10GFC (10GFC 1200-M5F-SN-I) | 550m                               | 540m  | 530m  | 520m  | 520m                                         | 490m  | 460m | 440m |

### 3.3. Fibre multimode OM5 insensible à la courbure (BIMMF)

Les systèmes fibres comporteront une garantie de prise en charge de toutes les applications actuelles ou futures qui nécessitent l'utilisation de fibres OM4, conformément à la norme IEC 60793-2-10 A1a.5. Les fibres insensibles à la courbure sont conçues pour supporter des courbures serrées avec une perte de signal significativement plus faible que les fibres multimode classiques.

| Pertes de macrocourbure                      |          |          |
|----------------------------------------------|----------|----------|
| Fibre Multimode / longueur d'onde            | 850 nm   | 1300nm   |
| 100 tours sur un mandrin de 37,5 mm de rayon | ≤ 0,5 dB | ≤ 0,5 dB |
| 2 tours sur un mandrin de 15 mm de rayon     | ≤ 0,1 dB | ≤ 0,3 dB |
| 2 tours sur un mandrin de 7,5 mm de rayon    | ≤ 0,2 dB | ≤ 0,5 dB |

Le système de câblage est également ouvert à de nouvelles applications qui nécessitent un sous-système de câblage **OM5** tel que défini dans les dernières éditions des normes : **ISO/IEC 11801:2017** ou EN 50173 édition 2.

La bande passante modale effective (EMB) des fibres OM4 sera mesurée conformément aux modèles et méthodes décrits dans la norme IEC 60793-2-10, section D4 et la bande passante modale effective calculée de l'IEC 60793-2-10, section D5.

| OPTICAL PERFORMANCE                            |                 |        |
|------------------------------------------------|-----------------|--------|
| Characteristics                                | OM5 Spec Values | Unit   |
| Bandwidth (Overfilled Launch) 850 nm           | ≥ 3500          | Mhz.km |
| Bandwidth (Overfilled Launch) 953 nm           | ≥ 1850          | Mhz.km |
| Bandwidth (Overfilled Launch) 1300 nm          | ≥ 500           | Mhz.km |
| Effective Modal Bandwidth (EMB) 850 nm         | ≥ 4700          | Mhz.km |
| Effective Modal Bandwidth (EMB) 953 nm         | ≥ 2470          | Mhz.km |
| Transmission link lengths for 1 Gb/s (SX/LX)   | 900/550         | m      |
| Transmission link lengths for 10 Gb/s (SR/LX4) | 550*/300        | m      |
| Transmission link lengths for 40 Gb/s (SR4)    | 150*            | m      |
| Transmission link lengths for 100 Gb/s (SR10)  | 150*            | m      |
| Attenuation 850 nm                             | 3.0             | dB/km  |
| Attenuation 1300 nm                            | 1.0             | dB/km  |
| Attenuation uniformity                         | ≤ 0.2           | dB     |
| Numerical Aperture                             | 0.20 ± 0.02     |        |

Les fiches techniques et modules de garantie présentant les caractéristiques et les valeurs garanties conformément aux exigences de cet appel d'offres seront joints par le fournisseur à ses documents de soumission.

Tous les composants proposés, y compris les connecteurs, pigtails et cordons de brassage, doivent être produits par le même fabricant. Cette condition garantira que les applications et la Garantie de prise en charge de distance telle que décrite dans le chapitre Garantie de cet appel d'offres peuvent être obtenues auprès du fabricant.

### Distances garanties

| Ethernet distances |                                    |      |      |      |                                              |      |      |      |
|--------------------|------------------------------------|------|------|------|----------------------------------------------|------|------|------|
| Applications       | Pre-Terminated ST/SC/LC Assemblies |      |      |      | Direct termination or splicing with ST/SC/LC |      |      |      |
| # Connections      | 2                                  | 4    | 6    | 8    | 2                                            | 4    | 6    | 8    |
| 1GBase-SX          | 970m                               | 960m | 940m | 930m | 930m                                         | 880m | 820m | 780m |
| 10GBase-SR         | 550m                               | 540m | 530m | 520m | 520m                                         | 490m | 460m | 440m |
| 25GBase-SR         | 120m                               | 115m | 110m | 105m | 105m                                         | 90m  | 70m  | 50m  |
| 40G BiDi           | 155m                               | 150m | 145m | 140m | 145m                                         | 140m | 125m | 115m |

| Fibre Channel Distances     |                                    |       |       |       |                                              |       |      |      |
|-----------------------------|------------------------------------|-------|-------|-------|----------------------------------------------|-------|------|------|
| Applications                | Pre-Terminated ST/SC/LC Assemblies |       |       |       | Direct termination or splicing with ST/SC/LC |       |      |      |
| # Connections               | 2                                  | 4     | 6     | 8     | 2                                            | 4     | 6    | 8    |
| 1GFC (PI-4 100-M5F-SN-I)    | 1250m                              | 1230m | 1200m | 1150m | 1140m                                        | 1000m | 800m | 700m |
| 2GFC (PI-4 200-M5F-SN-I)    | 750m                               | 740m  | 720m  | 680m  | 680m                                         | 560m  | 460m | 360m |
| 4GFC (PI-5 400-M5F-SN-I)    | 500m                               | 490m  | 480m  | 470m  | 470m                                         | 420m  | 370m | 330m |
| 8GFC (PI-5 800-M5F-SN-I)    | 250m                               | 245m  | 225m  | 220m  | 220m                                         | 190m  | 160m | 130m |
| 16GFC (PI-5 1600-M5F-SN-I)  | 165m                               | 160m  | 155m  | 150m  | 150m                                         | 125m  | 95m  | 50m  |
| 32GFC (PI-6 3200-5MF-SN-I)  | 120m                               | 115m  | 110m  | 100m  | 100m                                         | 90m   | 70m  | 50m  |
| 10GFC (10GFC 1200-M5F-SN-I) | 550m                               | 540m  | 530m  | 520m  | 520m                                         | 490m  | 460m | 440m |

### 3.4. Fibre monomode OS2 insensible à la courbure (BI)

Les systèmes fibres comporteront une garantie de prise en charge de toutes les applications actuelles ou futures qui nécessitent l'utilisation de fibres Monomode G657.A1.

La fibre OS2 insensible à la courbure doit être conforme à la norme IEC 60793-2-50 en tant que fibre de type B6.a1.

Les fibres insensibles à la courbure sont conçues pour supporter des courbures serrées avec une perte de signal significativement plus faible que les fibres multimode classiques.

| Pertes de macrocourbure                   |           |          |
|-------------------------------------------|-----------|----------|
| Fibre Monomode / longueur d'onde          | 1550 nm   | 1625 nm  |
| 10 tours sur un mandrin de 15 mm de rayon | ≤ 0,25 dB | ≤ 1,0 dB |
| 1 tours sur un mandrin de 7,5 mm de rayon | ≤ 0,75 dB | ≤ 1,5 dB |

Le système de câblage est également ouvert à de nouvelles applications qui nécessitent un sous-système de câblage **OS2** tel que défini dans les dernières éditions des normes : **ISO/IEC 11801:2017** ou EN 50173 édition 2.

| Optical performance                         |                |                           |
|---------------------------------------------|----------------|---------------------------|
| Characteristics                             | Spec values    | Unit                      |
| Attenuation coefficient from 1310 to 1625nm | $\leq 0.40$    | dB/km                     |
| Attenuation coefficient at 1383 $\pm$ 3nm   | $\leq 0.40$    | dB/km                     |
| Attenuation coefficient at 1550nm           | $\leq 0.30$    | dB/km                     |
| Cable cutoff wavelength                     | $\leq 1260$    | nm                        |
| Attenuation uniformity                      | $\leq 0.1$     | dB                        |
| Zero Dispersion Wavelength                  | 1310 $\pm$ 10  | nm                        |
| Zero Dispersion Slope                       | $\leq 0.090$   | ps/nm <sup>2</sup> .km    |
| Polarization Mode Dispersion                | $\leq 0.2$     | (ps/ $\sqrt{\text{km}}$ ) |
| Concatenated Polarization Mode Dispersion   | $\leq 0.08$    | (ps/ $\sqrt{\text{km}}$ ) |
| Mode Field Diameter (1310 nm)               | 9.2 $\pm$ 0.4  | $\mu\text{m}$             |
| Mode Field Diameter (1550 nm)               | 10.4 $\pm$ 0.5 | $\mu\text{m}$             |
| Cable cut-off Wavelength (nm)               | $\leq 1260$    | nm                        |
| Chromatic Dispersion (1285-1330 nm)         | $\leq 3.5$     | ps/nm.km                  |
| Chromatic Dispersion (1550 nm)              | $\leq 18$      | ps/nm.km                  |
| Chromatic Dispersion (1625 nm)              | $\leq 22$      | ps/nm.km                  |

Les fiches techniques et modules de garantie présentant les caractéristiques et les valeurs garanties conformément aux exigences de cet appel d'offres seront joints par le fournisseur à ses documents de soumission.

Tous les composants proposés, y compris les connecteurs, pigtails et cordons de brassage, doivent être produits par le même fabricant. Cette condition garantira que les applications et la Garantie de prise en charge de distance telle que décrite dans le chapitre Garantie de cet appel d'offres peuvent être obtenues auprès du fabricant.

| LANmark-OF SM / Direct Termination, Splicing and Pre-Terminated* |               |               |               |               |               |
|------------------------------------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Applications                                                     | 2 connections | 3 connections | 4 connections | 5 connections | 6 connections |
| 100 Base-SX                                                      | 2000          | -             | -             | -             | -             |
| 1GBase-LX                                                        | 5000          | 4900          | 4500          | 4000          | 3500          |
| 10GBase-LR                                                       | 10 000        | 9000          | 7500          | 6000          | 4500          |
| 10GBase-LW                                                       | 10 000        | 9000          | 7500          | 6000          | 4500          |
| 10GBase-LX4                                                      | 10 000        | 8500          | 6750          | 5250          | 3500          |
| 4GBit-FC (Pl-5 400-SM-LC-L)                                      | 10 000        | 10 000        | 7500          | 6000          | 4000          |
| 8GBit-FC (Pl-5 800-SM-LC-L)                                      | 10 000        | 10 000        | 7500          | 6000          | 4000          |
| 10GBase-FC (1200-SM-LC-L)                                        | 10 000        | 9000          | 7500          | 6000          | 4500          |
| 10GBase-FC (1200-SM-LC4-L)                                       | 10 000        | 8500          | 6750          | 5250          | 3500          |
| 16Gbit-FC (Pl-5 1600-SM-LC-L)                                    | 10 000        | 10 000        | 7500          | 6000          | 4000          |
| 40Gbase-LR4                                                      | 10 000        | 10 000        | 9000          | 7000          | 5000          |
| 100Gbase-LR4                                                     | 10 000        | 10 000        | 8000          | 6000          | 4000          |

\* with one splice every 2 km between 2 connections if required.

## 4. Conception d'un système de câblage FTTO

### 4.1. Concept FTTO

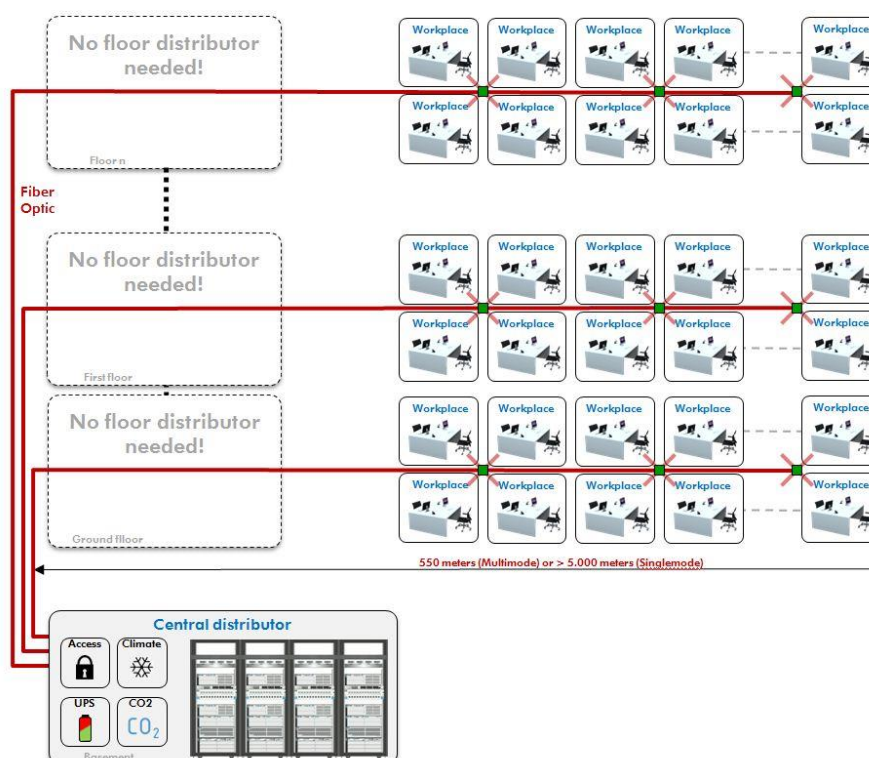
Le concept Fibre To The Office (FTTO) allie les avantages de la fibre aux exigences de flexibilité, rentabilité et interopérabilité des réseaux d'entreprise modernes.

Les avantages suivants, jugés primordiaux, ont conduit à la sélection d'une solution FTTO pour la construction de l'infrastructure de câblage de ce projet.

- Mise à l'épreuve du futur (évolutivité, flexibilité, développement durable)
- Protection de l'investissement/cycle de vie
- Sécurité du réseau
- Coût de maintenance réduit/administration aisée
- Coût d'investissement réduit
- Réalisation simple et rapide
- Basse consommation d'énergie
- Structure du réseau simple et flexible
- Suppression des répartiteurs d'étage
- Volume de câbles et charge combustible limités
- Système de câblage fibre optique à l'épreuve du futur avec une réserve de bande passante élevée
- Pas de problématique de mise à la terre ou à la masse
- Redondance simple jusqu'à la prise réseau
- Coût total d'acquisition (TCO) faible

Dans un système de câblage fibre structuré, la fibre est distribuée jusqu'au poste de travail (point de connexion). L'utilisation de la fibre permet de tirer de couvrir des distances de 550 mètres et plus, sans avoir besoin de répartiteur d'étage. Au niveau du poste de travail, la conversion du signal optique en signal électrique est réalisée via des micro-switches Fibre To The Office (FTTO) intelligents, qui sont installés de manière définitive dans le système de goulotte ou dans les chapelles de sol.

Il est possible de connecter jusqu'à quatre équipements munis d'une interface réseau RJ45, tels que PC, ordinateurs portables, téléphones IP, avec une performance Gigabit optimale via le micro-switch sur un même port fibre montant. Ces équipements peuvent également être alimentés par Power over Ethernet (PoE) via les ports RJ45 Ethernet du micro-switch.

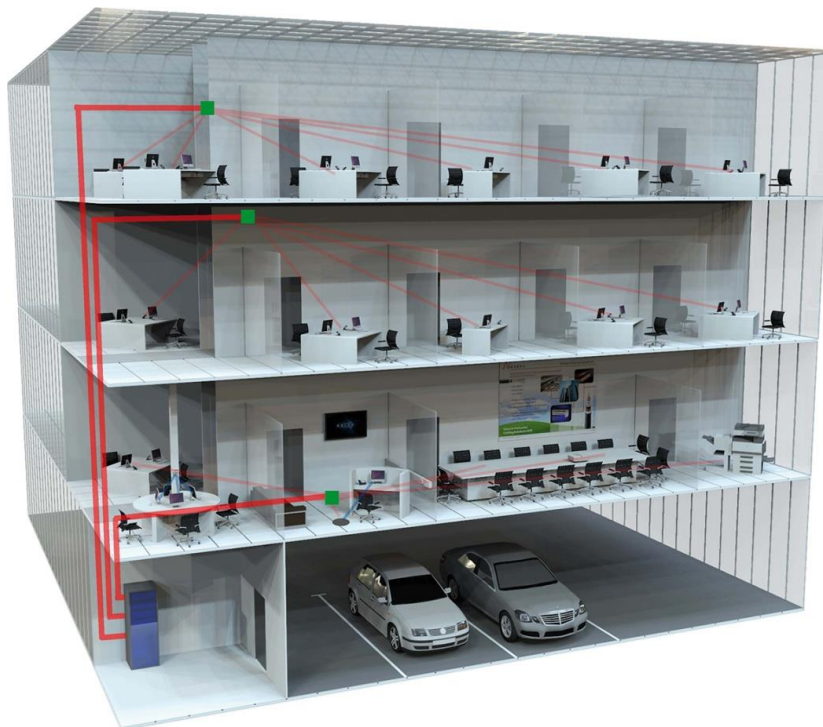


## 4.2. Topologie d'un système de câblage FTTO

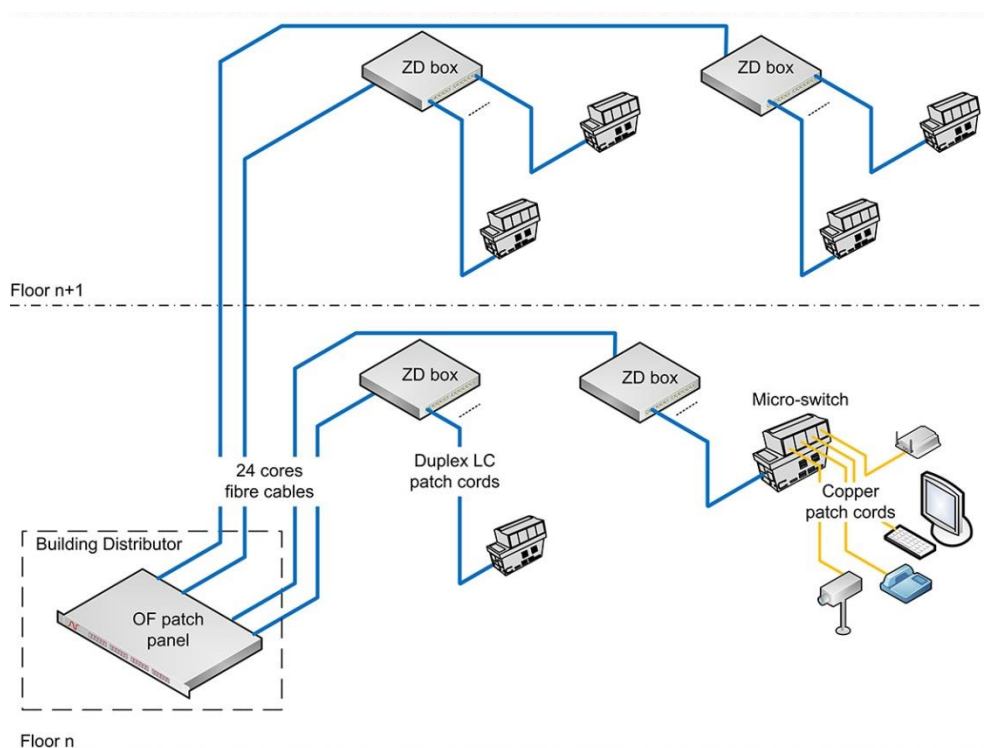
### 4.2.1. Structure en étoile sans redondance

La topologie en étoile (étoile physique et logique) a été sélectionnée pour construire le système de câblage FTTO.

Dans une topologie en étoile, chaque nœud est connecté à un concentrateur ou commutateur central avec une connexion point à point.



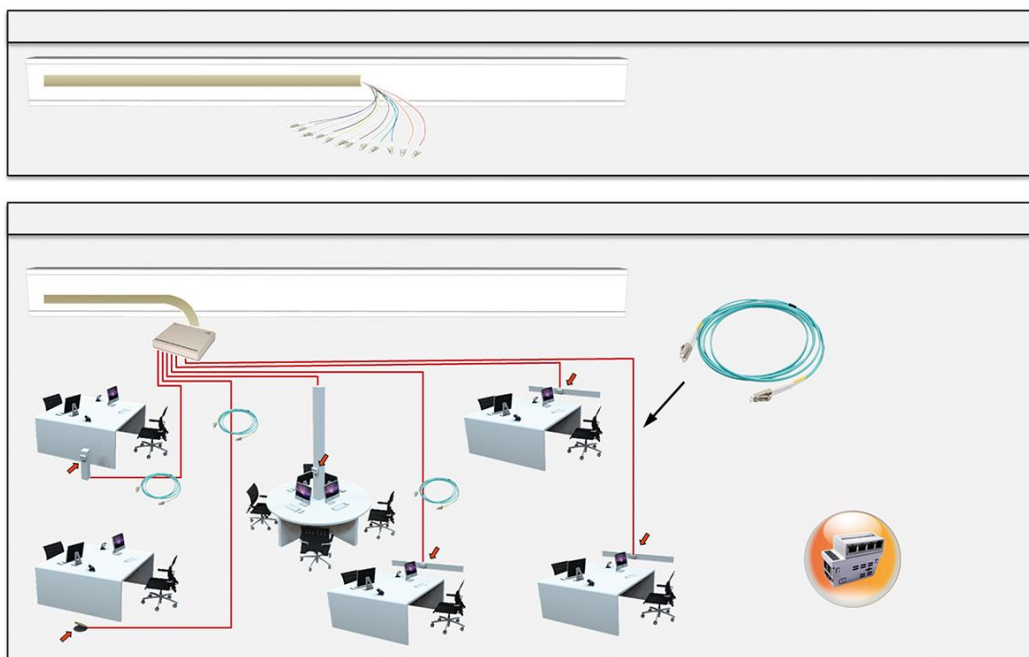
Les 12 ports LC duplex de chaque boîtier de répartition de zone (boîtier ZD) seront directement connectés à un panneau de brassage installé dans le Répartiteur de bâtiment (situé dans la salle informatique principale (Centre de données) du bâtiment) en utilisant un câble fibre à 24 brins dédié.



Le premier jour, un maximum de 9 micro-switches peuvent être connectés aux boîtiers ZD en utilisant des cordons de brassage LC duplex. Les trois ports duplex restants seront disponibles pour les futures extensions.

Quatre ports réseau Ethernet RJ45 sont disponibles sur chaque micro-switch, chaque boîtier ZD peut desservir jusqu'à 36 postes de travail le premier jour et 12 postes de travail supplémentaires pourront être ajoutés ultérieurement (3 micro-switches).

Le nombre et l'emplacement des boîtiers ZD doivent être définis conformément aux directives de conception données par le fabricant des micro-switches.



Le nombre de boîtiers ZD dépend du nombre de personnes à desservir.

Une ou deux prises terminales RJ45 peuvent être nécessaires pour chaque poste de travail en fonction de la convergence voix et données.

Si deux prises terminales RJ45 sont requises pour chaque poste de travail, un micro-switch desservira alors deux postes de travail et comme chaque boîtier ZD sera connecté à 9 micro-switches, le boîtier ZD peut comprendre généralement plusieurs postes de travail. Par conséquent, nous recommandons d'installer au moins un micro-switch par espace de bureau (selon la taille de cet espace de bureau).

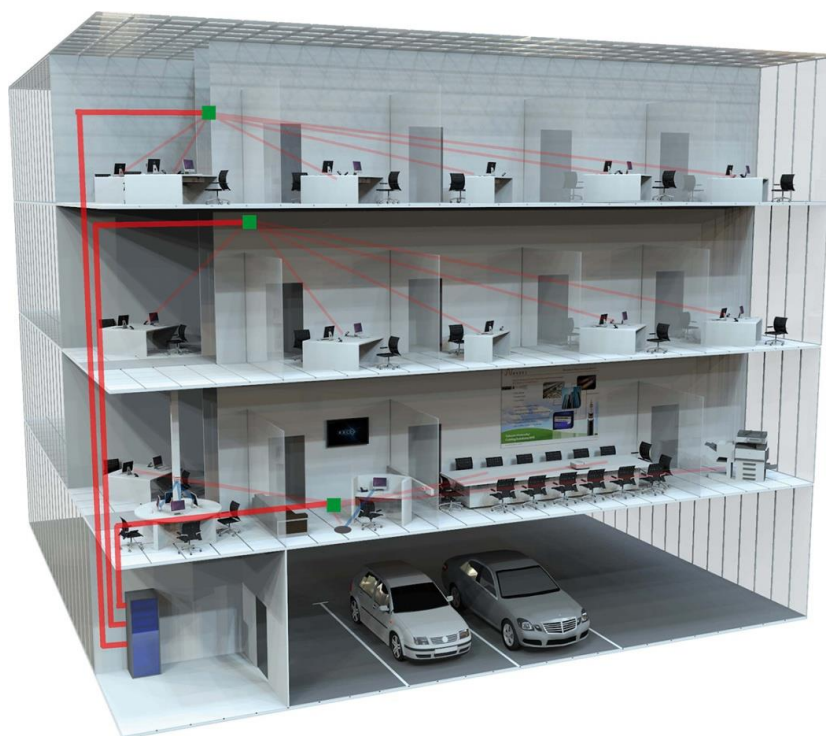
desservir 18 postes de travail le premier jour (avec 3 ports duplex du boîtier ZD restant libres pour une extension future).

Remarque : Le poste de travail désigne l'emplacement physique où chaque personne travaille et interagit avec l'équipement terminal de télécommunications. Comme illustré sur le schéma, un espace de bureau

#### 4.2.2. Structure en étoile avec redondance / 1 Répartiteur de bâtiment

La topologie en étoile (étoile physique et logique) a été sélectionnée pour construire le système de câblage FFTO.

Dans une topologie en étoile, chaque nœud est connecté à un concentrateur ou commutateur central avec une connexion point à point.

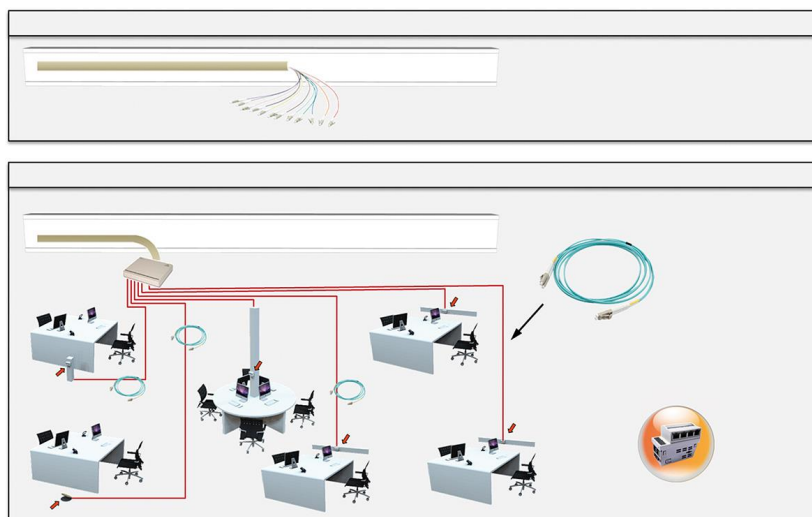


Les 12 ports LC duplex de chaque boîtier de répartition de zone (boîtier ZD) seront directement connectés à un panneau de brassage installé dans le Répartiteur de bâtiment (situé dans la salle informatique principale (Centre de données) du bâtiment) en utilisant un câble fibre à 24 brins dédié.

Le premier jour, un maximum de 9 micro-switches peuvent être connectés aux boîtiers ZD en utilisant des cordons de brassage LC duplex. Les trois ports duplex restants seront disponibles pour les futures extensions.

Quatre ports réseau Ethernet RJ45 sont disponibles sur chaque micro-switch, chaque boîtier ZD peut desservir jusqu'à 36 postes de travail le premier jour et 12 postes de travail supplémentaires pourront être ajoutés ultérieurement (3 micro-switches).

Le nombre et l'emplacement des boîtiers ZD doivent être définis conformément aux directives de conception données par le fabricant des micro-switches.

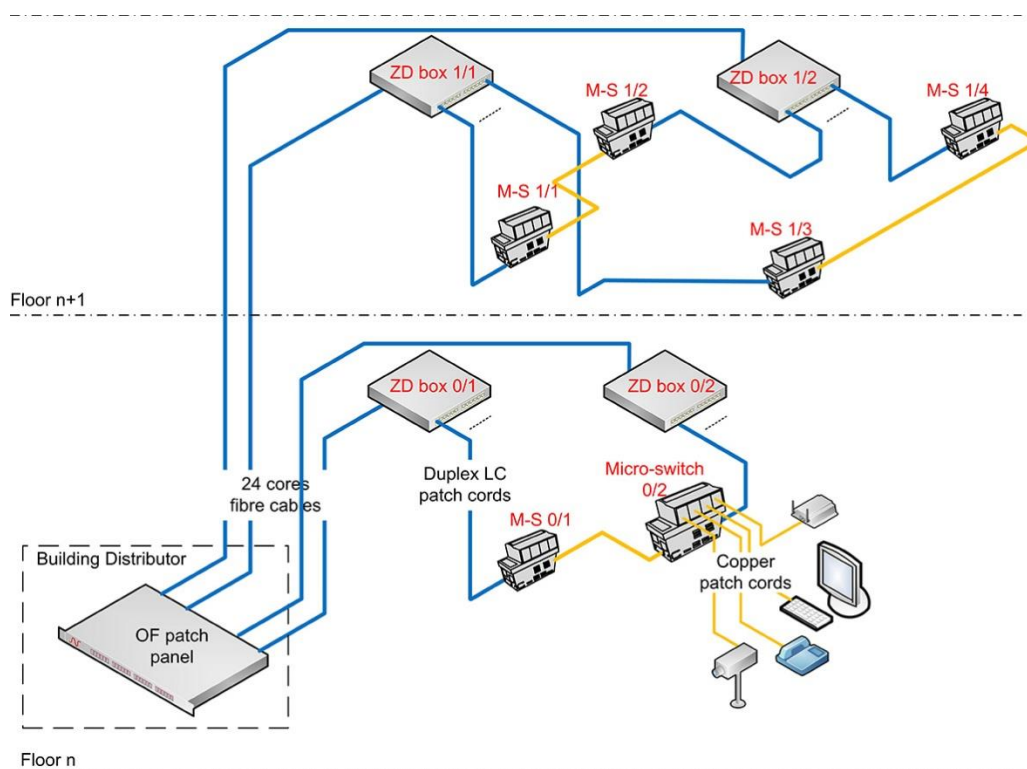


Le nombre de boîtiers ZD dépend du nombre de personnes à desservir.

Une ou deux prises terminales RJ45 peuvent être nécessaires pour chaque poste de travail en fonction de la convergence voix et données.

Si deux prises terminales RJ45 sont requises pour chaque poste de travail, un micro-switch desservira alors deux postes de travail et comme chaque boîtier ZD sera connecté à 9 micro-switches, le boîtier ZD peut desservir 18 postes de travail le premier jour (avec 3 ports duplex du boîtier ZD restant libres pour une extension future).

Remarque : Le poste de travail désigne l'emplacement physique où chaque personne travaille et interagit avec l'équipement terminal de télécommunications. Comme illustré sur le schéma, un espace de bureau comprend généralement plusieurs postes de travail. Par conséquent, nous recommandons d'installer au moins un micro-switch par espace de bureau (selon la taille de cet espace de bureau).



Pour apporter une redondance, la conception sera réalisée conformément aux règles suivantes, illustrées sur le schéma ci-dessus :

- À chaque étage, les boîtiers ZD et les micro-switches seront tous numérotés de 1 à n en fonction de leur localisation géographique
- Chaque micro-switch pair sera connecté à un boîtier ZD pair et chaque micro-switch impair sera connecté à un boîtier ZD impair
- Chaque micro-switch pair sera connecté au micro-switch impair suivant en utilisant un cordon RJ45

Cette configuration permettra à chaque micro-switch d'être connecté au réseau via deux câbles OF de rocade différents : connexion fibre directe + connexion indirecte via la connexion cuivre avec l'autre micro-switch qui est lui-même connecté à un câble fibre différent.

Dans la mesure du possible, les deux câbles OF desservant les boîtiers ZD impair et pair doivent suivre un cheminement différent pour revenir vers le Répartiteur de bâtiment. Si cela n'est pas possible pour les rocades, le cheminement horizontal doit au moins être géré de manière diversifiée.

#### 4.2.3. Structure en étoile avec redondance / 2 Répartiteurs de bâtiment

La topologie en étoile (étoile physique et logique) a été sélectionnée pour construire le système de câblage FFTO.

Dans une topologie en étoile, chaque nœud est connecté à un concentrateur ou commutateur central avec une connexion point à point.

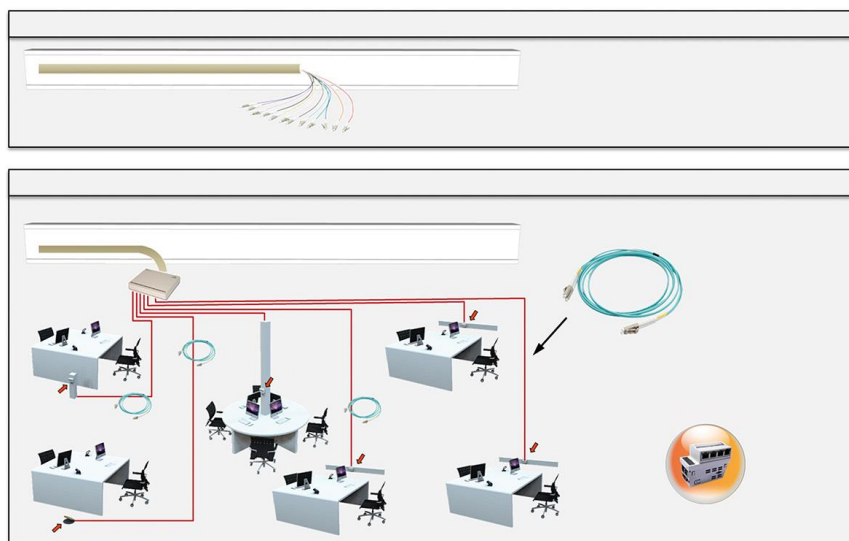


Les 12 ports LC duplex de chaque boîtier de répartition de zone (boîtier ZD) seront directement connectés à un panneau de brassage installé dans le Répartiteur de bâtiment (situé dans la salle informatique principale (Centre de données) du bâtiment) en utilisant un câble fibre à 24 brins dédié.

Le premier jour, un maximum de 9 micro-switches peuvent être connectés aux boîtiers ZD en utilisant des cordons de brassage LC duplex. Les trois ports duplex restants seront disponibles pour les futures extensions.

Quatre ports réseau Ethernet RJ45 sont disponibles sur chaque micro-switch, chaque boîtier ZD peut desservir jusqu'à 36 postes de travail le premier jour et 12 postes de travail supplémentaires pourront être ajoutés ultérieurement (3 micro-switches).

Le nombre et l'emplacement des boîtiers ZD doivent être définis conformément aux directives de conception données par le fabricant des micro-switches.

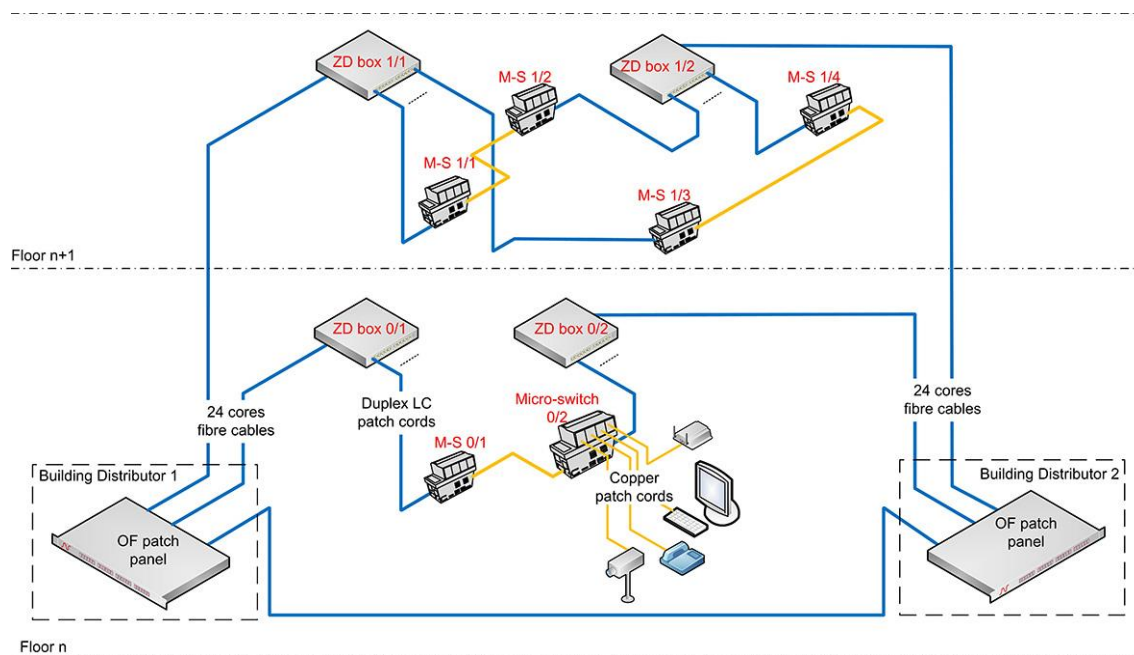


Le nombre de boîtiers ZD dépend du nombre de personnes à desservir.

Une ou deux prises terminales RJ45 peuvent être nécessaires pour chaque poste de travail en fonction de la convergence voix et données.

Si deux prises terminales RJ45 sont requises pour chaque poste de travail, un micro-switch desservira alors deux postes de travail et comme chaque boîtier ZD sera connecté à 9 micro-switches, le boîtier ZD peut desservir 18 postes de travail le premier jour (avec 3 ports duplex du boîtier ZD restant libres pour une extension future).

Remarque : Le poste de travail désigne l'emplacement physique où chaque personne travaille et interagit avec l'équipement terminal de télécommunications. Comme illustré sur le schéma, un espace de bureau comprend généralement plusieurs postes de travail. Par conséquent, nous recommandons d'installer au moins un micro-switch par espace de bureau (selon la taille de cet espace de bureau).



Pour apporter une redondance, la conception sera réalisée conformément aux règles suivantes, illustrées sur le schéma ci-dessus :

- À chaque étage, les boîtiers ZD et les micro-switches seront tous numérotés de 1 à n en fonction de leur localisation géographique
- Chaque micro-switch pair sera connecté à un boîtier ZD pair et chaque micro-switch impair sera connecté à un boîtier ZD impair
- Chaque micro-switch pair sera connecté au micro-switch impair suivant en utilisant un cordon RJ45
- Chaque boîtier ZD pair sera connecté au Répartiteur de bâtiment 1 (BD1) et les boîtiers ZD impairs seront connectés au BD2
- Les deux BD seront connectés l'un à l'autre avec un câble fibre à 24 ou 48 brins selon le besoin

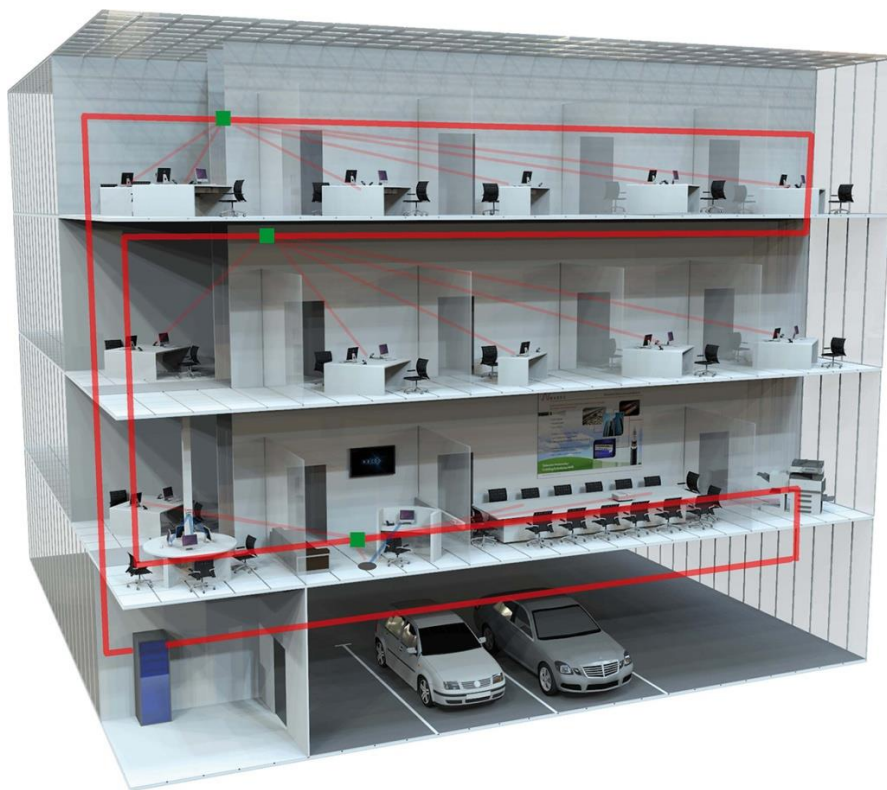
Cette configuration permettra à chaque micro-switch d'être connecté aux deux distributeurs de bâtiment : connexion fibre directe et connexion indirecte via la connexion cuivre avec l'autre micro-switch qui est lui-même connecté à l'autre BD.

Dans la mesure du possible, les deux câbles OF desservant les boîtiers ZD impair et pair doivent suivre un cheminement différent pour revenir vers le Répartiteur de bâtiment. Si cela n'est pas possible pour les rocades, le cheminement horizontal doit au moins être géré de manière diversifiée.

#### 4.2.4. Structure en anneau physique sans redondance

Afin de réduire le coût du tirage de câble, la topologie en anneau physique peut être sélectionnée pour construire le système de câblage FFTO.

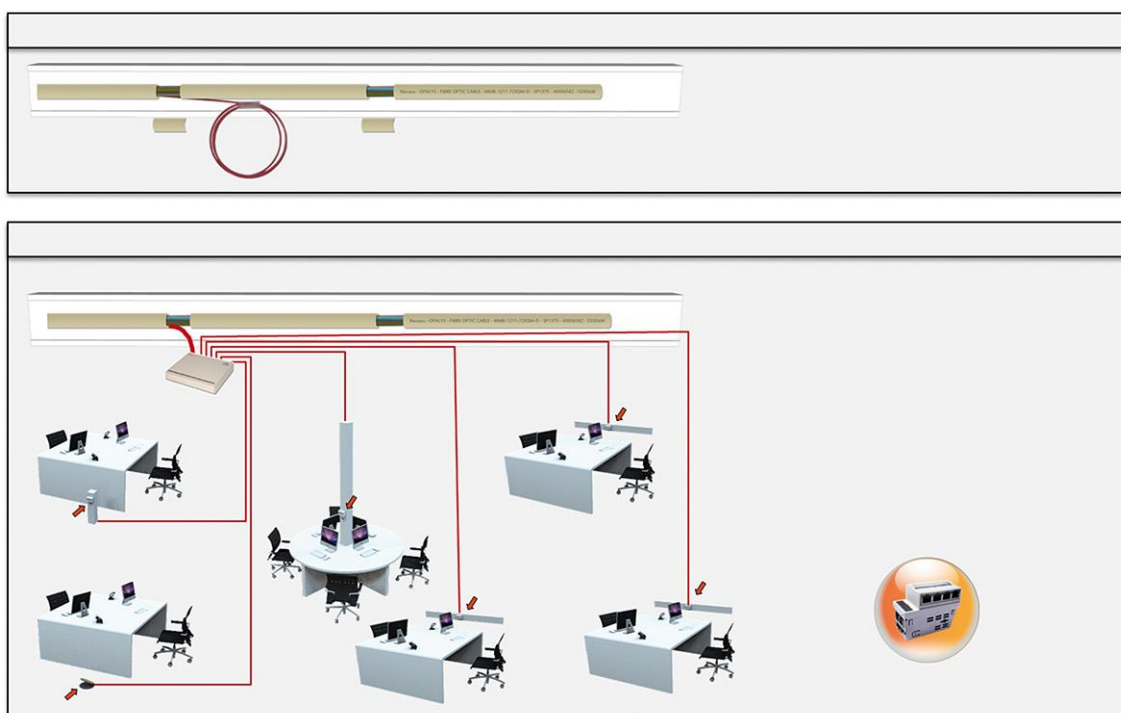
Un ou plusieurs câbles fibre haute densité (jusqu'à 144 fibres) dotés de la technologie des faisceaux de fibres extractibles seront installés dans une boucle traversant les parties sélectionnées du bâtiment.



Les deux extrémités de la boucle de câble seront raccordées dans le Répartiteur de bâtiment situé dans la salle informatique principale (centre de données) du bâtiment.

Toutefois, cette structure en anneau physique créera une topologie en étoile logique.

Dans une topologie en étoile, chaque nœud est connecté à un concentrateur ou commutateur central avec une connexion point à point.



---

Des boîtiers de répartition de zone (boîtiers ZD) seront installés à des emplacements prédéfinis sur tout le cheminement du câble. En fonction du nombre d'utilisateurs, un ou deux faisceaux de 12 fibres seront extraits du câble et raccordés au boîtier ZD, créant ainsi une connexion directe pour revenir au Répartiteur de bâtiment.

Le nombre et l'emplacement des boîtiers ZD doivent être définis conformément aux directives de conception données par le fabricant des micro-switches.

Des pigtails seront épissurés avec les fibres du faisceau extrait et connectées aux 6 ou 12 ports LC duplex (un ou deux faisceaux) de chaque boîtier de répartition de zone (boîtier ZD). Des cordons de brassage LC duplex connecteront la liaison montante des micro-switches aux ports des boîtiers ZD.

Le premier jour, un maximum de 80 % des ports LC devront être connectés aux micro-switches. Les ports duplex restants seront disponibles pour les futures extensions.

Quatre ports réseau Ethernet RJ45 sont disponibles sur chaque micro-switch. Chaque boîtier ZD peut desservir jusqu'à 36 postes de travail le premier jour et 12 postes de travail supplémentaires pourront être ajoutés ultérieurement (3 micro-switches).

Une boucle de câble 144 fibres permet de connecter jusqu'à 576 postes de travail (460 postes de travail le premier jour).

Un câble 144 fibres offre une capacité de 288 fibres (144 dans la boucle aller et 144 dans la boucle retour), soit un maximum de 144 connexions de commutateur (2 fibres par connexion de commutateur), ce qui représente 576 ports RJ45 (144x4).

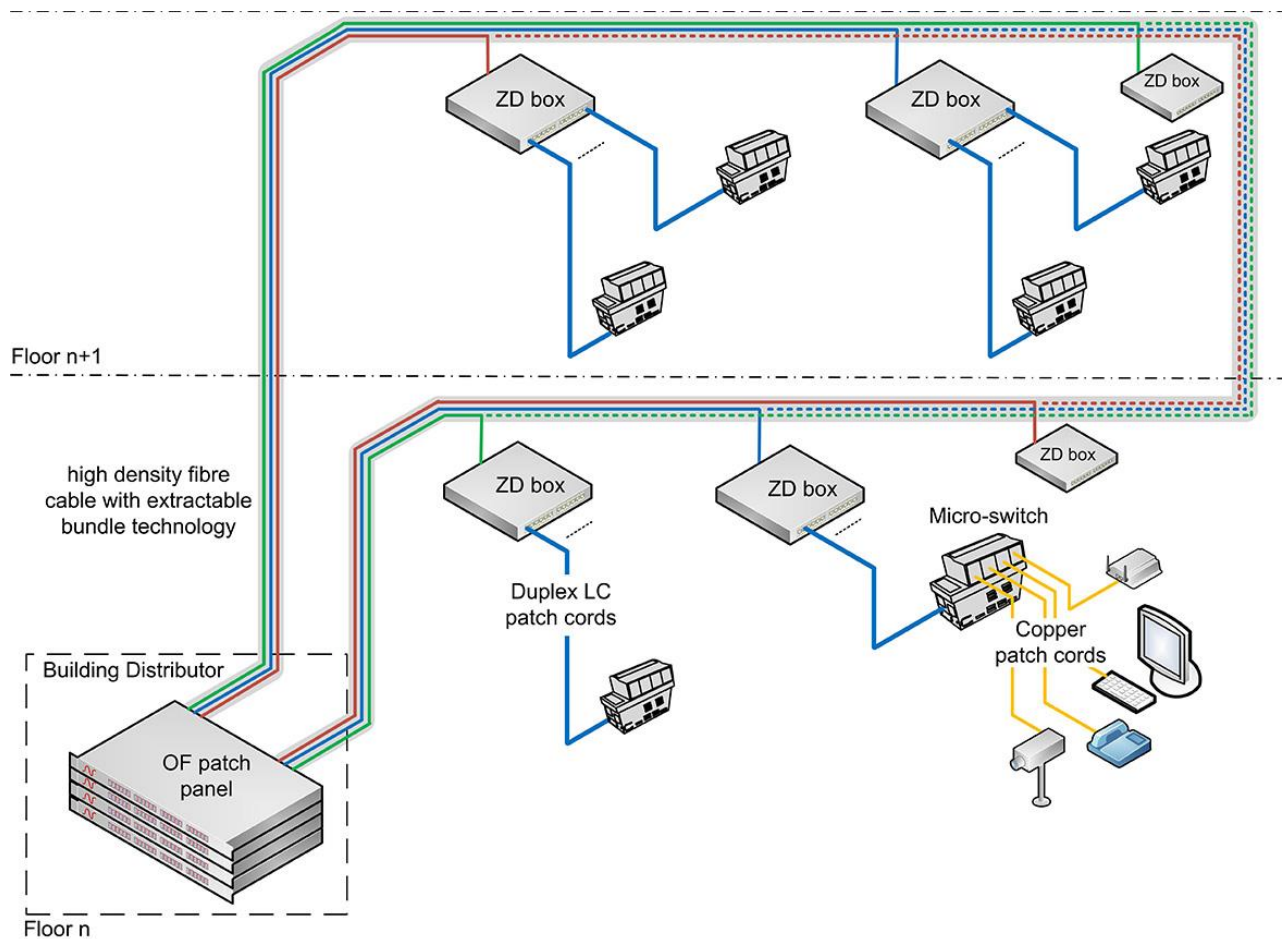
12 boîtiers ZD équipés de 6 ports OF duplex (ou 6 boîtiers ZD de 12 ports) sur la boucle aller et 12 boîtiers ZD supplémentaires avec 6 ports (ou 6 boîtiers ZD de 12 ports) sur la boucle retour peuvent être disponibles à travers le bâtiment.

Le nombre de boîtiers ZD dépend du nombre de personnes à desservir.

Une ou deux prises terminales RJ45 peuvent être nécessaires pour chaque poste de travail en fonction de la convergence voix et données.

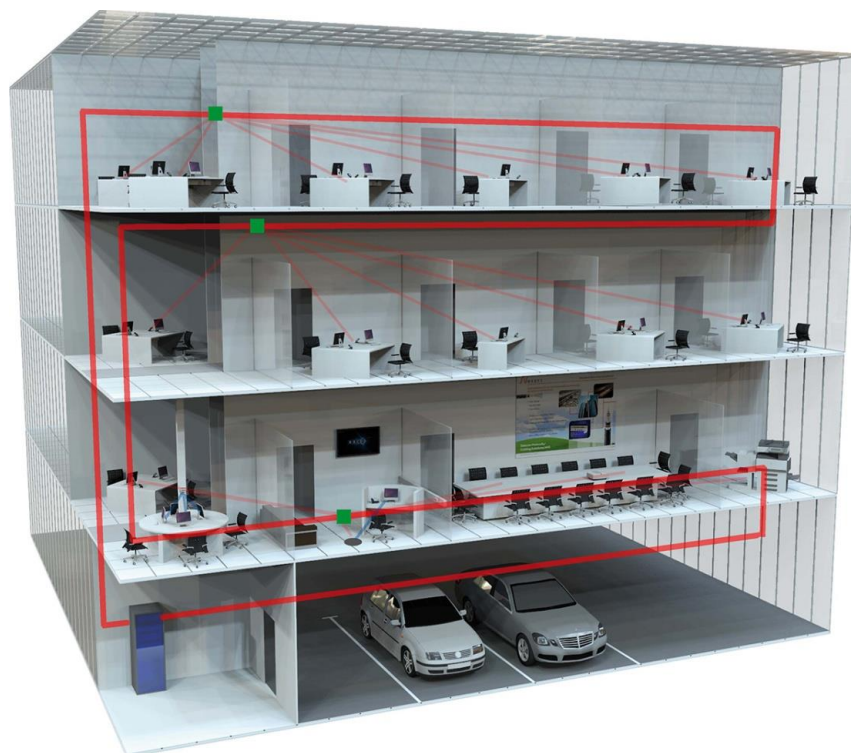
Si deux prises terminales RJ45 sont requises pour chaque poste de travail, un micro-switch desservira alors deux postes de travail et comme chaque boîtier ZD sera connecté à 9 micro-switches, le boîtier ZD peut desservir 18 postes de travail le premier jour (avec 3 ports duplex du boîtier ZD restant libres pour une extension future).

Remarque : Le poste de travail désigne l'emplacement physique où chaque personne travaille et interagit avec l'équipement terminal de télécommunications. Comme illustré sur le schéma, un espace de bureau comprend généralement plusieurs postes de travail. Par conséquent, nous recommandons d'installer au moins un micro-switch par espace de bureau (selon la taille de cet espace de bureau).

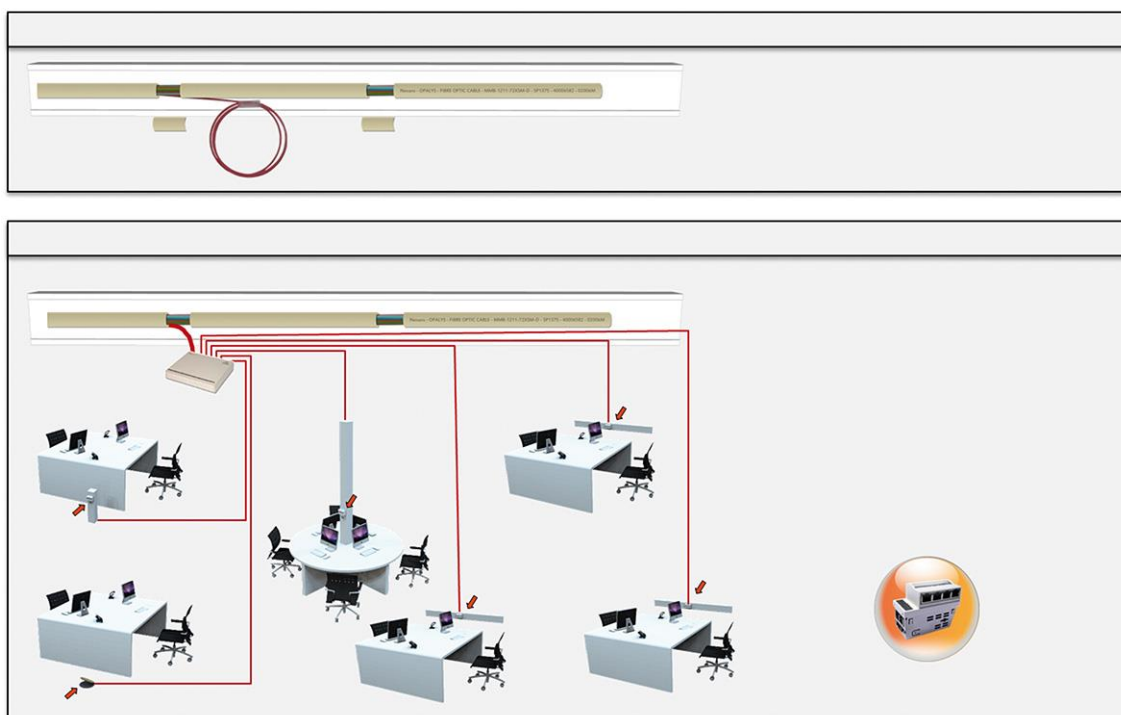


#### 4.2.5. Structure en anneau physique avec redondance / 1 Répartiteur de bâtiment

Dans ce cas, un ou plusieurs câbles fibre haute densité (jusqu'à 144 fibres) dotés de la technologie des faisceaux de fibres extractibles seront installés dans une boucle traversant les parties sélectionnées du bâtiment.



Les deux extrémités de la boucle de câble seront raccordées dans le Répartiteur de bâtiment situé dans la salle informatique principale (centre de données) du bâtiment. Toutefois, cette structure en anneau physique créera une topologie en étoile logique. Dans une topologie en étoile, chaque nœud est connecté à un concentrateur ou commutateur central avec une connexion point à point.



---

Des boîtiers de répartition de zone (boîtiers ZD) seront installés à des emplacements prédéfinis sur tout le cheminement du câble. En fonction du nombre d'utilisateurs, un ou deux faisceaux de 12 fibres seront extraits du câble et raccordés au boîtier ZD, créant ainsi une connexion directe pour revenir au Répartiteur de bâtiment.

Le nombre et l'emplacement des boîtiers ZD doivent être définis conformément aux directives de conception données par le fabricant des micro-switches.

Des pigtails seront épissurés avec les fibres du faisceau extrait et connectées aux 6 ou 12 ports LC duplex (un ou deux faisceaux) de chaque boîtier de répartition de zone (boîtier ZD). Des cordons de brassage LC duplex connecteront la liaison montante des micro-switches aux ports des boîtiers ZD.

Le premier jour, un maximum de 80 % des ports LC devront être connectés aux micro-switches. Les ports duplex restants seront disponibles pour les futures extensions.

Quatre ports réseau Ethernet RJ45 sont disponibles sur chaque micro-switch. Chaque boîtier ZD peut desservir jusqu'à 36 postes de travail le premier jour et 12 postes de travail supplémentaires pourront être ajoutés ultérieurement (3 micro-switches).

Une boucle de câble 144 fibres permet de connecter jusqu'à 576 postes de travail (460 postes de travail le premier jour).

Un câble 144 fibres offre une capacité de 288 fibres (144 dans la boucle aller et 144 dans la boucle retour), soit un maximum de 144 connexions de commutateur (2 fibres par connexion de commutateur), ce qui représente 576 ports RJ45 (144x4).

12 boîtiers ZD équipés de 6 ports OF duplex (ou 6 boîtiers ZD de 12 ports) sur la boucle aller et 12 boîtiers ZD supplémentaires avec 6 ports (ou 6 boîtiers ZD de 12 ports) sur la boucle retour peuvent être disponibles à travers le bâtiment.

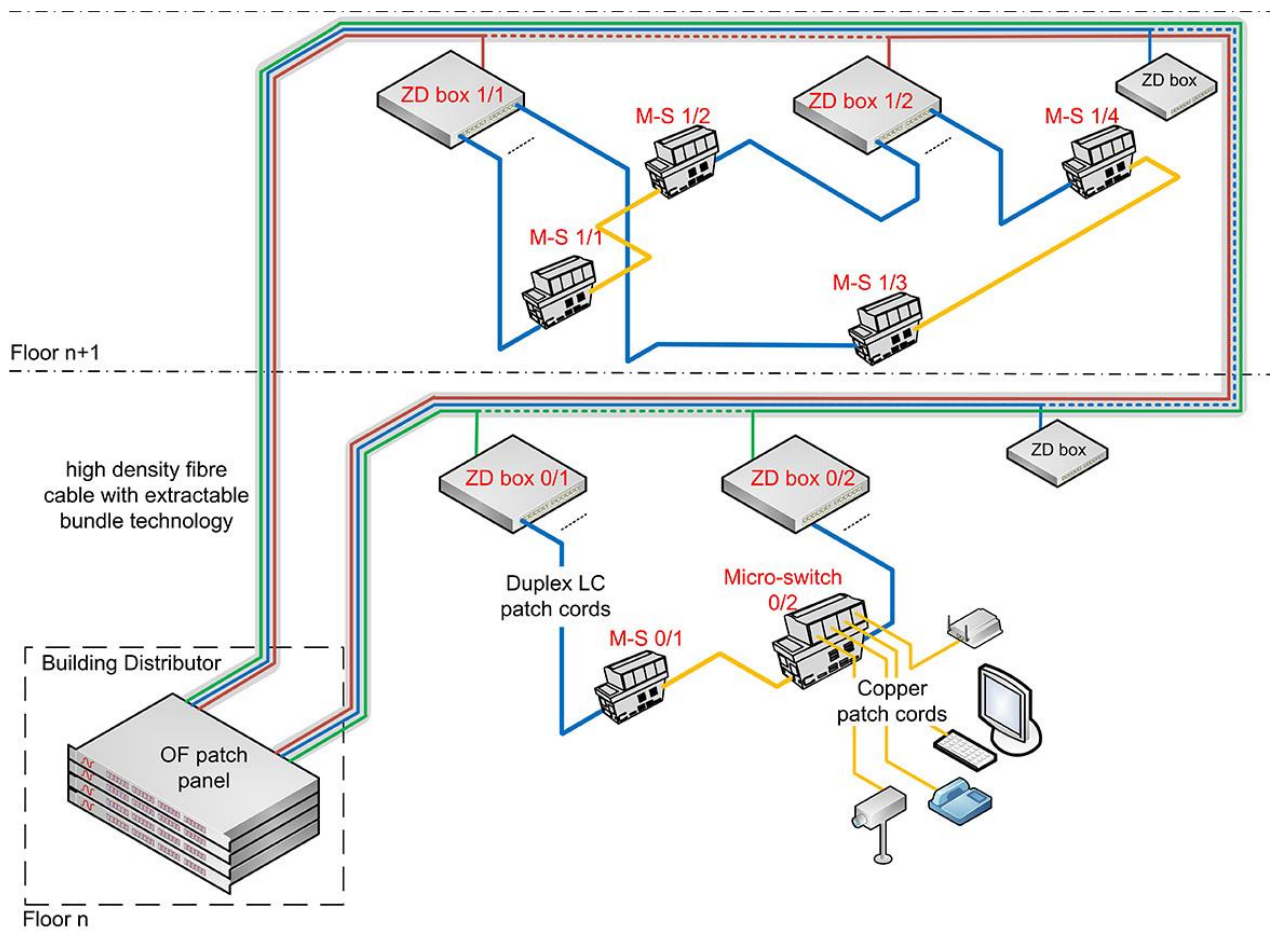
Le nombre des boîtiers ZD dépend du nombre de personnes à desservir.

Une ou deux prises terminales RJ45 peuvent être nécessaires pour chaque poste de travail en fonction de la convergence voix et données.

Si deux prises terminales RJ45 sont requises pour chaque poste de travail, un micro-switch desservira alors deux postes de travail et comme chaque boîtier ZD sera connecté à 9 micro-switches, le boîtier ZD peut

desservir 18 postes de travail le premier jour (avec 3 ports duplex du boîtier ZD restant libres pour une extension future).

Remarque : Le poste de travail désigne l'emplacement physique où chaque personne travaille et interagit avec l'équipement terminal de télécommunications. Comme illustré sur le schéma, un espace de bureau comprend généralement plusieurs postes de travail. Par conséquent, nous recommandons d'installer au moins un micro-switch par espace de bureau (selon la taille de cet espace de bureau).



Pour apporter une redondance, la conception sera réalisée conformément aux règles suivantes, illustrées sur le schéma ci-dessus :

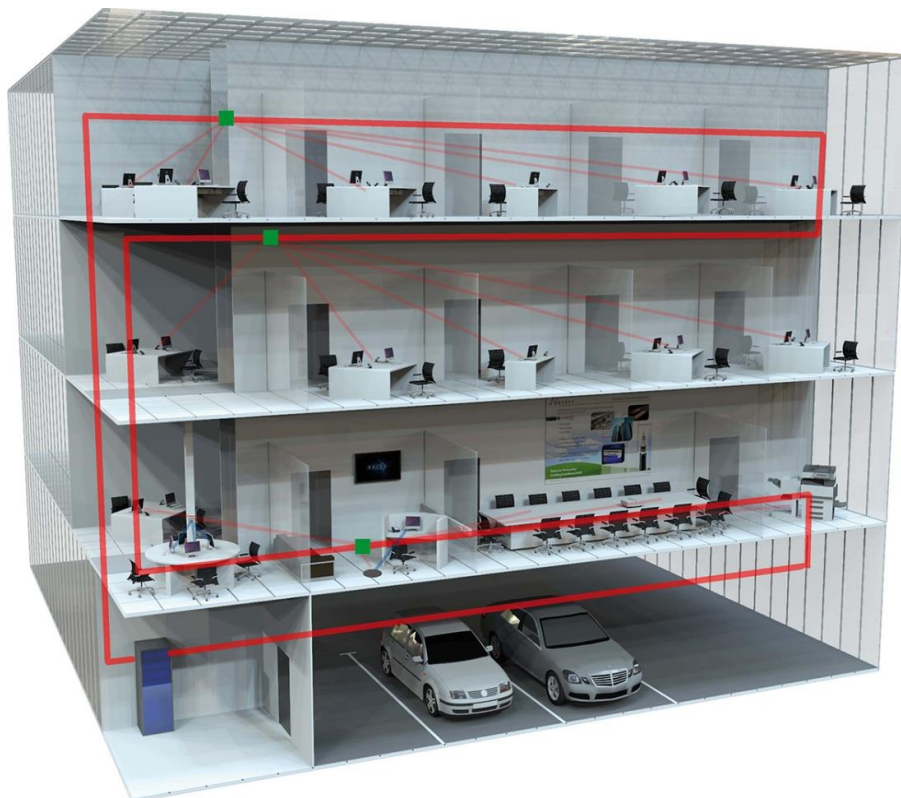
- À chaque étage, les boîtiers ZD et les micro-switches seront tous numérotés de 1 à n en fonction de leur localisation géographique
- Chaque micro-switch pair sera connecté à un boîtier ZD pair et chaque micro-switch impair sera connecté à un boîtier ZD impair
- Chaque micro-switch pair sera connecté au micro-switch impair suivant en utilisant un cordon RJ45
- Deux boîtiers ZD consécutifs seront connectés au même faisceau. Le boîtier ZD pair sera connecté à la boucle aller et le boîtier ZD impair sera connecté à la boucle retour.

Cette configuration permettra à chaque micro-switch d'être connecté au réseau à la fois via la boucle aller et la boucle retour du câble : connexion fibre directe + connexion indirecte via la connexion cuivre avec l'autre micro-switch qui est lui-même connecté à la boucle retour.

Dans la mesure du possible, les deux extrémités de la boucle du câble OF doivent suivre un cheminement différent pour revenir vers le Répartiteur de bâtiment.

#### 4.2.6. Structure en anneau physique avec redondance / 2 Répartiteurs de bâtiment

Un ou plusieurs câbles fibre haute densité (jusqu'à 144 fibres) dotés de la technologie des faisceaux de fibres extractibles seront installés dans une boucle traversant les parties sélectionnées du bâtiment.

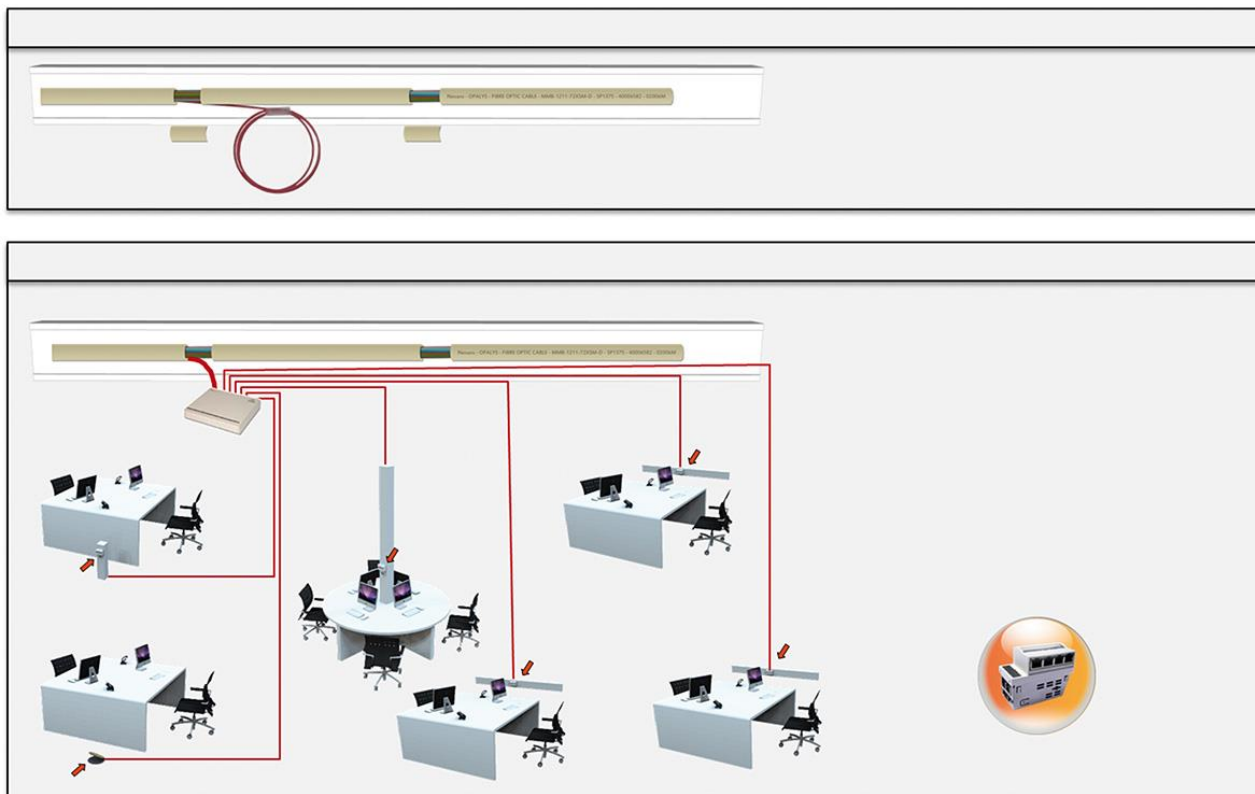


Les deux extrémités de la boucle de câble peuvent être raccordées dans un Répartiteur de bâtiment (BD) situé dans la salle informatique principale (centre de données) du bâtiment. Mais pour ce projet, deux

Répartiteurs de bâtiment seront créés pour apporter une redondance et chaque extrémité du câble sera raccordée dans un BD différent (BD et/ou BD 2) - voir schéma 3D sur la page suivante.

Toutefois, cette structure en anneau physique créera une topologie en étoile logique.

Dans une topologie en étoile, chaque nœud est connecté à un concentrateur ou commutateur central avec une connexion point à point.



Des boîtiers de répartition de zone (boîtiers ZD) seront installés à des emplacements prédéfinis sur tout le cheminement du câble. En fonction du nombre d'utilisateurs, un ou deux faisceaux de 12 fibres seront extraits du câble et raccordés au boîtier ZD, créant ainsi une connexion directe pour revenir au Répartiteur de bâtiment.

Le nombre et l'emplacement des boîtiers ZD doivent être définis conformément aux directives de conception données par le fabricant des micro-switches.

Des pigtails seront épissurés avec les fibres du faisceau extrait et connectées aux 6 ou 12 ports LC duplex (un ou deux faisceaux) de chaque boîtier de répartition de zone (boîtier ZD). Des cordons de brassage LC duplex connecteront la liaison montante des micro-switches aux ports des boîtiers ZD.

Le premier jour, un maximum de 80 % des ports LC devront être connectés aux micro-switches. Les ports duplex restants seront disponibles pour les futures extensions.

Quatre ports réseau Ethernet RJ45 sont disponibles sur chaque micro-switch. Chaque boîtier ZD peut desservir jusqu'à 36 postes de travail le premier jour et 12 postes de travail supplémentaires pourront être ajoutés ultérieurement (3 micro-switches).

Une boucle de câble 144 fibres permet de connecter jusqu'à 576 postes de travail (460 postes de travail le premier jour).

Un câble 144 fibres offre une capacité de 288 fibres (144 dans la boucle aller et 144 dans la boucle retour), soit un maximum de 144 connexions de commutateur (2 fibres par connexion de commutateur), ce qui représente 576 ports RJ45 (144x4).

12 boîtiers ZD équipés de 6 ports OF duplex (ou 6 boîtiers ZD de 12 ports) sur la boucle aller et 12 boîtiers ZD supplémentaires avec 6 ports (ou 6 boîtiers ZD de 12 ports) sur la boucle retour peuvent être disponibles à travers le bâtiment.

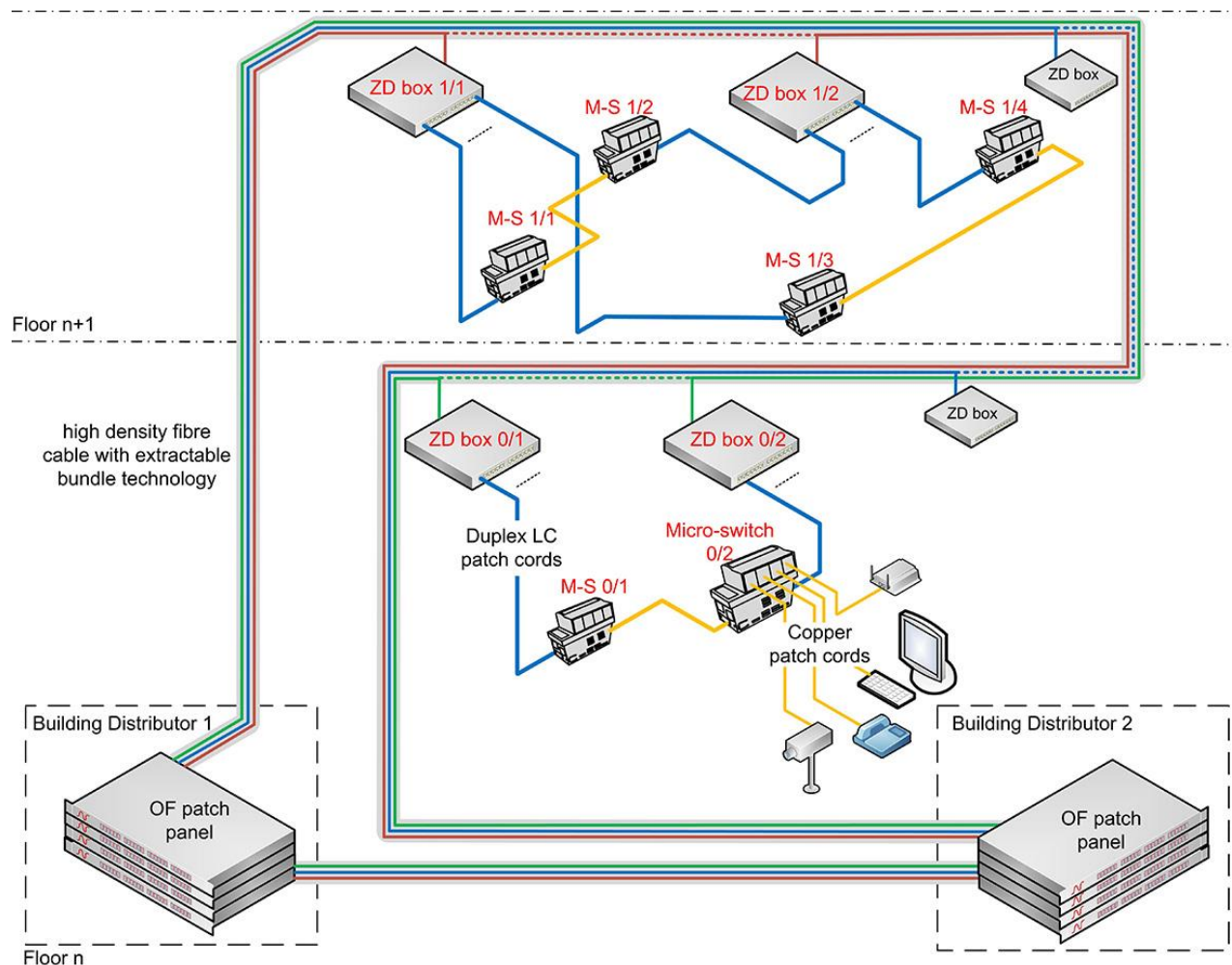
Le nombre des boîtiers ZD dépend du nombre de personnes à desservir.

Une ou deux prises terminales RJ45 peuvent être nécessaires pour chaque poste de travail en fonction de la convergence voix et données.

Si deux prises terminales RJ45 sont requises pour chaque poste de travail, un micro-switch desservira alors deux postes de travail et comme chaque boîtier ZD sera connecté à 9 micro-switches, le boîtier ZD peut

desservir 18 postes de travail le premier jour (avec 3 ports duplex du boîtier ZD restant libres pour une extension future).

Remarque : Le poste de travail désigne l'emplacement physique où chaque personne travaille et interagit avec l'équipement terminal de télécommunications. Comme illustré sur le schéma, un espace de bureau comprend généralement plusieurs postes de travail. Par conséquent, nous recommandons d'installer au moins un micro-switch par espace de bureau (selon la taille de cet espace de bureau).



Pour apporter une redondance, la conception sera réalisée conformément aux règles suivantes, illustrées sur le schéma ci-dessus :

- À chaque étage, les boîtiers ZD et les micro-switches seront tous numérotés de 1 à n en fonction de leur localisation géographique
- Chaque micro-switch pair sera connecté à un boîtier ZD pair et chaque micro-switch impair sera connecté à un boîtier ZD impair
- Chaque micro-switch pair sera connecté au micro-switch impair suivant en utilisant un cordon RJ45
- Deux boîtiers ZD consécutifs seront connectés au même faisceau. Le boîtier ZD pair sera connecté à la boucle aller et le boîtier ZD impair sera connecté à la boucle retour.
- Chaque boîtier ZD pair sera connecté au Répartiteur de bâtiment 1 (BD1) et les boîtiers ZD impairs seront connectés au BD2
- Les deux BD seront connectés l'un à l'autre avec un câble fibre de 24 à 144 brins selon le besoin

Cette configuration permettra à chaque micro-switch d'être connecté au réseau à la fois via la boucle aller et la boucle retour du câble : connexion fibre directe + connexion indirecte via la connexion cuivre avec l'autre micro-switch qui est lui-même connecté à la boucle retour.

Dans la mesure du possible, les deux extrémités de la boucle du câble OF doivent suivre un cheminement différent pour revenir vers le Répartiteur de bâtiment.

### 4.3. Technologie d'un système de câblage FTTO

#### 4.3.1. Câble traditionnel raccordé sur site (Topologie en étoile)

Le raccordement de câble traditionnel sur site peut être utilisé pour construire le système de câblage. Des pigtails LC seront épissurés sur site aux deux extrémités des câbles dans les boîtiers de répartition de zone disséminés dans tout le bâtiment et dans les panneaux de brassage situés dans le(s) répartiteur(s) de bâtiment.

#### 4.3.2. Câble préconnectorisé (Topologie en étoile)

Pour réduire le temps d'installation, il est possible d'utiliser uniquement des câbles fibre préconnectorisés pour construire le système de câblage.

Des ensembles fibre munis de connecteurs LC seront installés entre les panneaux de brassage situés dans le(s) répartiteur(s) de bâtiment et les boîtiers de répartition de zone disséminés dans tout le bâtiment.

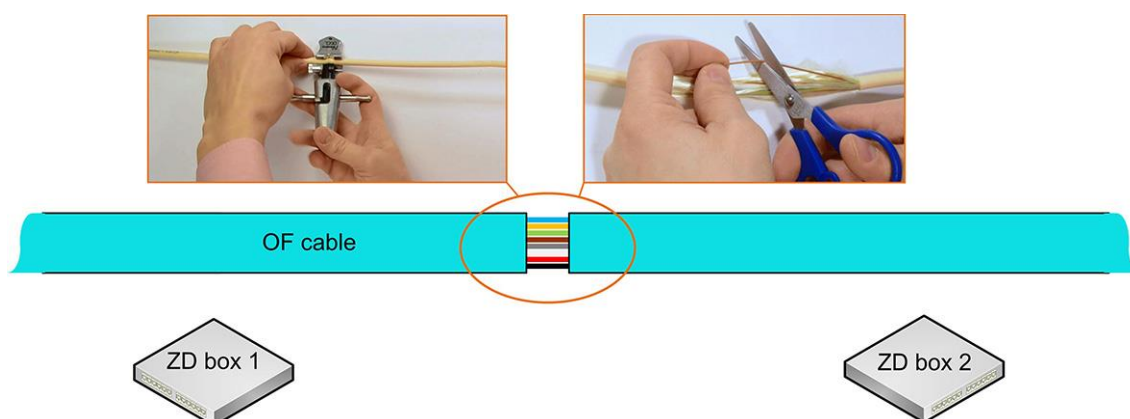
#### 4.3.3. Faisceau extractible (Topologie en anneau)

Dans ce cas, un ou deux faisceaux de 12 fibres seront extraits du câble et raccordés dans un boîtier de répartition de zone (ZD).

Pour ce faire, la gaine du câble devra tout d'abord être ouverte et un tronçon de 5 centimètres retiré à une distance de quelques mètres du boîtier ZD ou entre deux boîtiers ZD si le même faisceau est raccordé sur deux boîtiers consécutifs.

Pour cette opération, un outil spécifique disponible auprès du fabricant du système de câblage devra être utilisé, afin de garantir que les faisceaux et les fibres ne seront pas endommagés pendant le processus (voir les photos ci-dessous).

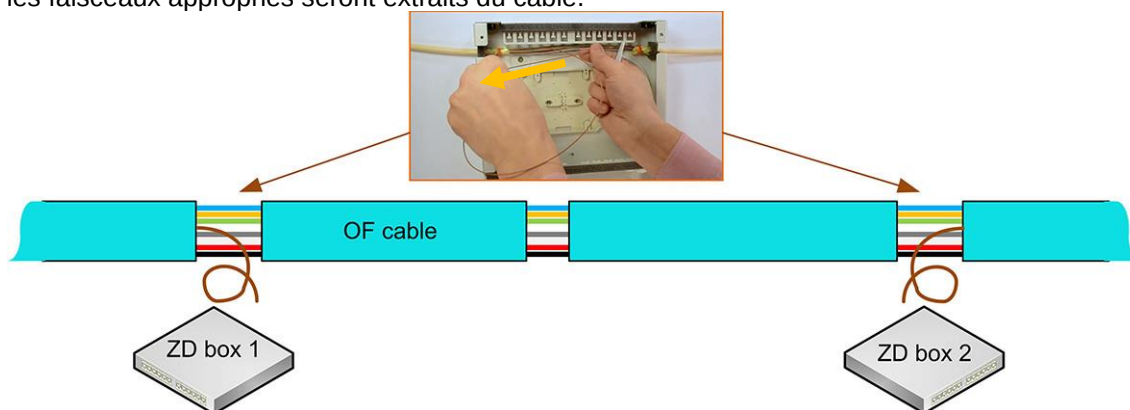
Le ou les faisceaux devant être raccordés au(x) boîtier(s) seront ensuite coupés.



En utilisant le même outil spécifique, la gaine du câble doit également être ouverte au niveau de l'emplacement où le boîtier ZD sera installé.

Un tronçon de gaine de la longueur requise pour mettre entièrement à nu les faisceaux à l'intérieur du boîtier ZD doit être retiré.

Le ou les faisceaux appropriés seront extraits du câble.

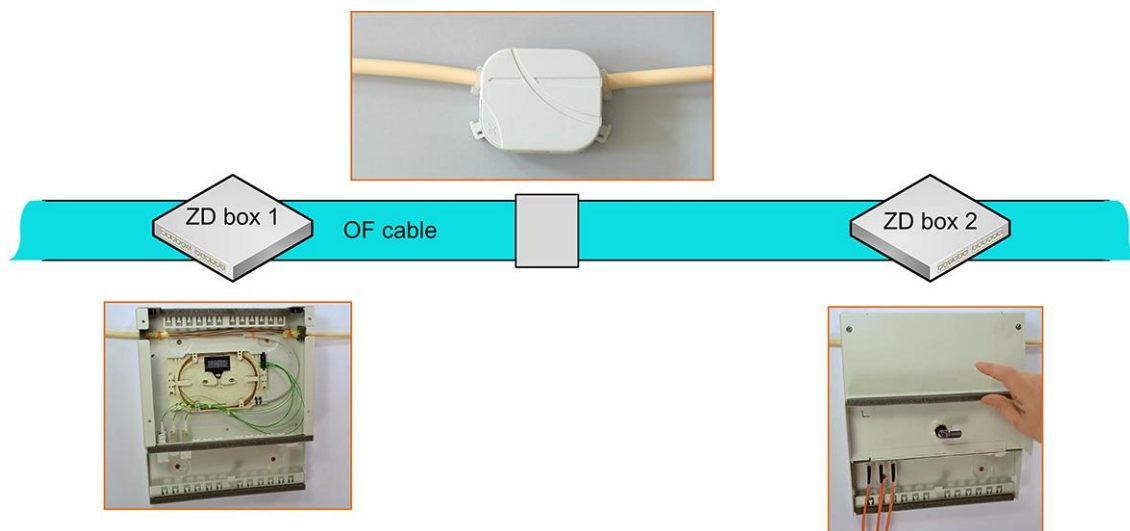


---

Les fibres seront ensuite épissurées sur les pigtails LC puis ceux-ci seront connectés aux coupleurs LC dans le boîtier ZD.

Les cordons de brassage seront connectés entre le boîtier ZD et les micro-switches.

Les faisceaux mis à nu entre les deux boîtiers ZD seront recouverts par un boîtier de protection de câble disponible auprès du fabricant du système de câblage (voir photo ci-dessous).



Le fabricant du système de câblage doit fournir un guide d'installation complet et détaillé du boîtier ZD.

---

## 5. Infrastructure de câblage fibre optique

### 5.1. Câble de distribution fibre

Ce chapitre ne concerne que les topologies en étoile physique utilisant des câbles raccordés sur site et les topologies en anneau physique.

Pour les topologie en étoile, il y a le choix entre trois structures de câble suivantes:

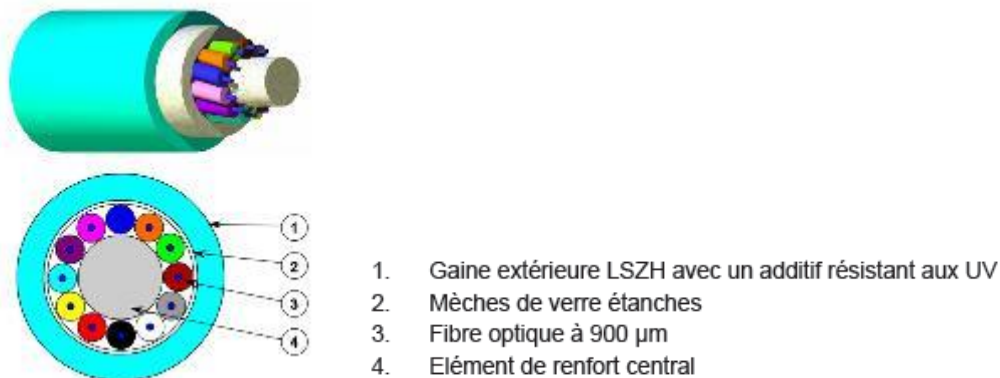
- Structure serrée
- Microfaisceaux - 4 à 12 FO
- Microfaisceaux - 24 à 72 fibres

#### 5.1.1. Câble FO universel à structure serrée

Ce câble à fibres optiques sera utilisé en intérieur pour réaliser les roades (En trémie) et la distribution horizontale ainsi que dans des conduites extérieures pouvant être temporairement inondées. Ce câble sera sélectionné lorsque le besoin est de 4 à 24 fibres.

Le câble sera adapté au montage sur site de connecteurs sur les fibres (connecteurs SC ou LC) et à l'épissurage de pigtails FO.

Ce câble ne comprendra pas de gel d'étanchéité. Le matériau de la gaine sera étanche, LSZH et anti-rongeur.



Le câble sera retardateur de flammes et d'incendie, conformément aux normes IEC 60332-1 et IEC 60332-3.

Chaque fibre aura un diamètre de 900 µm et sera dotée d'un revêtement secondaire de couleur différente pour chacune des fibres ou d'une identification correspondant au raccordement. Le dénudage de 10 cm de la gaine extérieure sera possible en une seule opération.

L'élément de renfort du câble sera composé de mèches de verre étanches, tendues longitudinalement entre les fibres et la paroi intérieure de la gaine extérieure LSZH et résistante aux UV. L'âme du câble comporte un élément de renfort central qui sera utilisé pour tirer le câble dans une conduite.

Le câble sera de conception diélectrique, c'est-à-dire qu'il ne contiendra pas d'élément métallique.

Le câble sera conforme à la norme IEC 60794-2-21.

#### **Caractéristiques de construction**

Type de fibre optique OM3 50/125, OM4 50/125 ou OS2 9/125

| Caractéristiques mécaniques et dimensionnelles pour le câble universel à structure serrée |     |     |      |      |      |       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|------|------|------|-------|
| Nombre de fibres optiques                                                                 | 4   | 6   | 8    | 12   | 24   |       |
| Diamètre extérieur nominal                                                                | 5.3 | 5.3 | 5.9  | 6.5  | 7.8  | mm    |
| Poids approximatif                                                                        | 33  | 33  | 41   | 47   | 71   | kg/km |
| Rayon de courbure minimal en utilisation statique                                         | 55  | 55  | 65   | 70   | 80   | mm    |
| Rayon de courbure minimal en utilisation dynamique                                        | 85  | 85  | 95   | 100  | 120  | mm    |
| Force de traction maximale (IEC 60794-1-2-E1)                                             | 700 | 700 | 1000 | 1000 | 1500 | N     |
| Force de traction maximale en utilisation                                                 | 200 | 200 | 300  | 300  | 450  | N     |

| Caractéristiques mécaniques                    |                     |
|------------------------------------------------|---------------------|
| Résistance mécanique aux impacts               | 10 impacts de 3 N.m |
| Résistance à l'écrasement (IEC 60794-1-E3)     | 100 N/cm            |
| Caractéristiques d'utilisation                 |                     |
| Retardateur de flammes                         | IEC 60332-1         |
| Retardateur incendie                           | IEC 60332-3         |
| Plage de températures ambiantes d'installation | 0 .. 40°C           |
| Plage de températures d'utilisation            | -40 .. 70°C         |
| Plage de températures de stockage              | -40 .. 70°C         |

#### 5.1.1.1. Niveau de conformité au RPC (Cca s1,d1,a1)

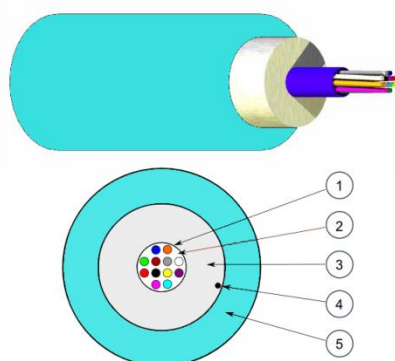
Le règlement RPC est entré en vigueur en Juillet 2016 avec une date d'effet au 1<sup>er</sup> juillet 2017. En conséquence le matériau de la gaine du câble doit appartenir à la classe CPR appropriée pour être conforme aux exigences des normes EN 50399 and EN 50575 2014/A:2016. En particulier le câble proposé pour ce projet doit être conforme à la norme EN50575 en matière de certification et de marquage. Le câble proposé doit être de classe **Cca s1,d1,a1** et le soumissionnaire doit fournir l'attestation du fabricant démontrant le contrôle indépendant de son produit et sa classification.

#### 5.1.2. Câble FO Universel à microfaisceaux (4 F – 12 F)

Ce câble à fibres optiques sera utilisé en intérieur pour réaliser les roades (En trémie) et la distribution horizontale ainsi que dans des conduites extérieures pouvant être temporairement inondées.

Chaque fibre aura un diamètre de 250 µm et sera dotée d'un revêtement secondaire de couleur différente pour chacune des fibres ou d'une identification correspondant au raccordement.

Le câble sera de conception à microfaisceaux, à remplissage limité de gel, contenant un maximum de 12 fibres. Comme la quantité très limitée de gel n'entraîne pas d'effet d'égouttement, le câble sera optimisé à la fois pour des installations horizontales et verticales.



1. Micro-Bundle Central
2. Fibres optiques (250 µm)
3. Renfort en mèches de verre étanches
4. Fil d'ouverture
5. Gaine extérieure en matériau LSZH avec additif résistant aux UV

Le matériau de la gaine sera étanche et LSZH, avec un additif résistant aux UV. Le câble sera de conception diélectrique, c'est-à-dire qu'il ne contiendra pas d'élément métallique. Il sera doté de mèches de verre renforcées et étanches, et sera résistant aux rongeurs.

Le câble microfaisceaux a une capacité de 4 à 12 fibres et est conçu pour l'épissurage de pigtails.

Le câble sera retardateur de flammes et incendie, conformément aux normes IEC 60332-1 et IEC 60332-3.

Le câble sera conforme à la norme IEC 60794-2-20.

### **Caractéristiques de construction**

Type de fibre optique OM3 50/125, OM4 50/125 et OS2 9/125

| Cable specification                               |          |              |              |
|---------------------------------------------------|----------|--------------|--------------|
|                                                   | Unit     | MBUN         | MBUN         |
| <b>Mechanical and Dimensional Characteristics</b> |          |              |              |
| <b>Number of optical fibres</b>                   |          | <b>12max</b> | <b>24-48</b> |
| Nominal outer diameter                            | mm       | 6,0          | 5,9          |
| Approximate weight                                | kg/km    | 45           | 35           |
| Minimum static operating bending radius           | mm       | 60           | 90           |
| Minimum dynamic operating bending radius          | mm       | 90           | 120          |
| Maximum pulling force (IEC 60794-1-2-E1)          | N        | 2.200        | 800          |
| Maximum operating pulling force                   | N        | 700          | 200          |
| <b>Mechanical characteristics</b>                 |          |              |              |
| Mechanical resistance to impacts                  | Nr x N.m | 1x3          | 10x1         |
| Crush resistance (IEC 60794-1-E3)                 | N/cm     | 200          | 100          |
| <b>Usage characteristics</b>                      |          |              |              |
| Flame retardant (IEC 60332-1)                     | -        | •            | •            |
| Fire retardant (IEC 60332-3)                      | -        | •            | •            |
| Ambient installation temperature, range           | °C       | 0/40         | 0/40         |
| Operating temperature, range                      | °C       | -20/60       | -30/60       |
| Storage temperature, range                        | °C       | -40/60       | -40/60       |

#### **5.1.2.1. Niveau de conformité au RPC (B2ca s1,d1,a1)**

Le règlement RPC est entré en vigueur en Juillet 2016 avec une date d'effet au 1<sup>er</sup> juillet 2017. En conséquence le matériau de la gaine du câble doit appartenir à la classe CPR appropriée pour être conforme aux exigences des normes EN 50399 and EN 50575 2014/A:2016. En particulier le câble proposé pour ce projet doit être conforme à la norme EN50575 en matière de certification et de marquage.

Le câble proposé doit être de classe **B2ca s1,d1,a1** et le soumissionnaire doit fournir l'attestation du fabricant démontrant le contrôle indépendant de son produit et sa classification.

#### **5.1.3. Câble FO Universel à microfaisceaux (24 F – 72 F)**

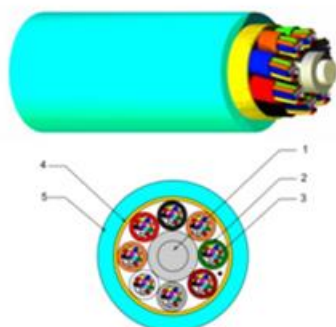
Ce câble à fibres optiques sera utilisé en intérieur pour réaliser les roades (En trémie) et la distribution horizontale ainsi que dans des conduites extérieures pouvant être temporairement inondées.

Ce câble sera sélectionné lorsque le besoin est de 24, 48 ou 72 fibres.

Chaque fibre aura un diamètre de 250 µm et sera dotée d'un revêtement secondaire de couleur différente pour chacune des fibres ou d'une identification correspondant au raccordement.

Le câble sera de conception à microfaisceaux, à remplissage limité de gel, contenant 12 fibres par microfaisceau, avec un maximum de 6 microfaisceaux autour de l'élément de renfort central. Comme la

quantité très limitée de gel n'entraîne pas d'effet d'égouttement, le câble peut être utilisé à la fois pour des installations horizontales et verticales.



1. Élément de renfort central
2. Fibre optique (250 µm)
3. Micro-Bundle avec 12 fibres
4. Renfort en mèches de verre étanches
5. Gaine extérieure en matériau LSZH avec additif résistant aux UV

Le matériau de la gaine sera étanche et LSZH, avec un additif résistant aux UV. Le câble sera de conception diélectrique, c'est-à-dire qu'il ne contiendra pas d'élément métallique. Il sera doté de mèches de verre renforcées et étanches, et sera résistant aux rongeurs.

Le câble sera retardateur de flammes et d'incendie, conformément aux normes IEC 60332-1 et IEC 60332-3.

### Caractéristiques de construction

Type de fibre optique OM3 50/125, OM4 50/125 ou OS2 9/125

| Cable specification                               |          |              |              |
|---------------------------------------------------|----------|--------------|--------------|
|                                                   | Unit     | MBUN         | MBUN         |
| <b>Mechanical and Dimensional Characteristics</b> |          |              |              |
| <b>Number of optical fibres</b>                   |          | <b>12max</b> | <b>24-48</b> |
| Nominal outer diameter                            | mm       | 6,0          | 5,9          |
| Approximate weight                                | kg/km    | 45           | 35           |
| Minimum static operating bending radius           | mm       | 60           | 90           |
| Minimum dynamic operating bending radius          | mm       | 90           | 120          |
| Maximum pulling force (IEC 60794-1-2-E1)          | N        | 2.200        | 800          |
| Maximum operating pulling force                   | N        | 700          | 200          |
| <b>Mechanical characteristics</b>                 |          |              |              |
| Mechanical resistance to impacts                  | Nr x N.m | 1x3          | 10x1         |
| Crush resistance (IEC 60794-1-E3)                 | N/cm     | 200          | 100          |
| <b>Usage characteristics</b>                      |          |              |              |
| Flame retardant (IEC 60332-1)                     | -        | ●            | ●            |
| Fire retardant (IEC 60332-3)                      | -        | ●            | ●            |
| Ambient installation temperature, range           | °C       | 0/40         | 0/40         |
| Operating temperature, range                      | °C       | -20/60       | -30/60       |
| Storage temperature, range                        | °C       | -40/60       | -40/60       |

#### **5.1.3.1. Niveau de conformité au RPC (B2ca s1,d1,a1)**

Le règlement RPC est entré en vigueur en Juillet 2016 avec une date d'effet au 1<sup>er</sup> juillet 2017. En conséquence le matériau de la gaine du câble doit appartenir à la classe CPR appropriée pour être

conforme aux exigences des normes EN 50399 and EN 50575 2014/A:2016. En particulier le câble proposé pour ce projet doit être conforme à la norme EN50575 en matière de certification et de marquage. Le câble proposé doit être de classe **B2ca s1,d1,a1** et le soumissionnaire doit fournir l'attestation du fabricant démontrant le contrôle indépendant de son produit et sa classification.

#### 5.1.4. Câble OF à microfaisceaux avec faisceau extractible (24 F – 144 F)

Ce câble fibre optique sera utilisé pour des installations horizontales et verticales, des rocades et des centres de données en topologie anneau. Ce câble sera sélectionné lorsque le nombre de fibres requises est de 48, 96 ou 144.

Chaque fibre sera dotée d'un revêtement secondaire de 250 µm, chacune d'une couleur différente ou identifiée de manière appropriée pour l'identification du raccordement.

Le câble présentera une structure à microfaisceaux, remplis d'une petite quantité de gel, contenant 12 fibres, avec jusqu'à 12 microfaisceaux autour de l'élément de renfort central.

Le microfaisceau peut être extrait du câble sur une longueur de 6 m.

Les câbles sont disponibles avec une modularité de faisceau de 4, 6 ou 12 fibres.

Comme il n'y a pas d'effet d'écoulement de la très faible quantité de gel, le câble est optimisé à la fois pour des installations horizontales et verticales.

La gaine sera en matériau LSZH. Ce câble sera de conception diélectrique, c'est-à-dire qu'il ne contiendra pas d'élément métallique, et sera muni de mèches d'aramide.

Le câble sera retardateur de flammes et incendie, conformément aux normes IEC 60332-1 et IEC 60332-3.

##### Caractéristiques de construction

Type de fibre optique OM3 50/125, OM4 50/125 ou OS2 9/125

La couleur de la gaine du câble sera aqua pour les fibres OM3 et OM4 et jaune pour les fibres OS2.

| Propriétés mécaniques et dimensions du câble à microfaisceaux extractibles |                     |      |      |       |
|----------------------------------------------------------------------------|---------------------|------|------|-------|
| Nombre de fibres optiques                                                  | 48                  | 96   | 144  |       |
| Diamètre extérieur nominal                                                 | 6,3                 | 7,0  | 8,8  | mm    |
| Poids approximatif                                                         | 40                  | 46   | 74   | kg/km |
| Rayon de courbure en fonctionnement statique minimum                       | 90                  | 95   | 100  | mm    |
| Force de traction maximum (IEC 60794-1-2-E1)                               | 1100                | 1400 | 1400 | N     |
| Force de traction en fonctionnement maximum                                | 200                 | 200  | 200  | N     |
| Résistance mécanique aux impacts                                           | 10 impacts de 1 N.m |      |      |       |
| Résistance à l'écrasement (IEC 60794-1-E3)                                 | 100 N/cm            |      |      |       |

| Caractéristiques d'utilisation             |              |
|--------------------------------------------|--------------|
| Température ambiante d'installation, plage | 0 .. 40° C   |
| Température de fonctionnement, plage       | -10 .. 60° C |
| Température de stockage, plage             | -40 .. 60° C |
| Retardateur incendie                       | IEC 60332-3  |
| Retardateur de flammes                     | IEC 60332-1  |

##### 5.1.4.1. Niveau de conformité au RPC (Eca)

Le règlement RPC est entré en vigueur en Juillet 2016 avec une date d'effet au 1<sup>er</sup> juillet 2017. En conséquence le matériau de la gaine du câble doit appartenir à la classe CPR appropriée pour être conforme aux exigences des normes EN 50399 and EN 50575 2014/A:2016. En particulier le câble proposé pour ce projet doit être conforme à la norme EN50575 en matière de certification et de marquage.

Le câble proposé doit être de classe **Eca** et le soumissionnaire doit fournir l'attestation du fabricant démontrant le contrôle indépendant de son produit et sa classification.

---

## 5.2. Ensemble câble fibre préconnectorisé

### 5.2.1. Assemblage préconnectorisé universel de fibres LC

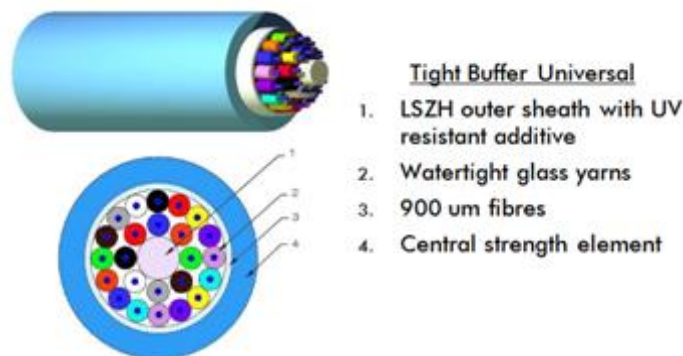
#### Structure du câble

Ce câble ne comprendra pas de gel d'étanchéité. Le matériau de la gaine sera LSZH-FR.

Le câble sera retardateur de flammes et d'incendie, conformément aux normes IEC 60332-1 et IEC 60332-3.

La spécification du câble doit être conforme aux exigences de la norme IEC 60794-2-21.

L'élément de renfort du câble sera composé de mèches de verre tendues longitudinalement entre les fibres et la paroi intérieure de la gaine extérieure. Le câble sera de conception diélectrique, c'est-à-dire qu'il ne contiendra pas d'élément métallique.



Des câbles préconnectorisés à 12 et 24 fibres seront disponibles.

Toutes les longueurs de câbles par palier de 1 m seront disponibles pour minimiser les surplus de câble et faciliter l'installation sur site.

#### Ensemble

Chaque paire de fibres connectorisées doit avoir une longueur spécifique pour une gestion optimale des fibres à l'intérieur des panneaux.

L'extrémité du câble (au droit de l'épanouissement) doit être équipé d'un manchon Helavia pour améliorer la capacité de courbure de la fibre à cet endroit.

Les épanouissements de 900 µm doivent être équipées d'un presse-étoupe (20x1,5 métrique) pour une installation rapide et fiable dans les panneaux de brassage et boîtiers de points de consolidation prévus à cet effet.

Les épanouissements seront protégés par un tube flexible renforcé pour assurer une protection élevée pendant l'opération de tirage du câble préconnectorisé.

- Les connecteurs LC doivent être conformes aux spécifications IEC61754-20.
- Une ferrule en céramique polie (zircone) PC est requise.

Tous les câbles fibres optiques préconnectorisés seront intégralement testés et fournis avec les résultats des tests.

#### Système de tirage

Le système de tirage installé en usine doit utiliser l'élément de renfort interne du câble pour fixer l'œillet de tirage métallique pour un déploiement rapide et fiable.

Le système sera facile à assembler ou à désassembler.

#### Essai en usine et garantie

Le rapport d'essai fournissant des informations détaillées sur chaque connecteur (perte d'insertion et return loss) sera fourni avec chaque câble préconnectorisé.

Chaque fibre connectorisée doit être étiquetée pour offrir une traçabilité et une référence au rapport d'essai associé.

Les ensembles préconnectorisés seront intégralement raccordés et testés dans un environnement d'usine à qualité certifiée, avec une garantie produit de 25 ans sur les applications et les performances.

## Performances

Les performances suivantes seront garanties par le fabricant :

| Spécifications du câble |          |       |                        |
|-------------------------|----------|-------|------------------------|
| Nbre de fibres          | Diamètre | Gaine | Rayon de courbure min. |
| 12                      | 6,50 mm  | LSZH  | 70 mm                  |
| 24                      | 7,8 mm   | LSZH  | 80 mm                  |

| Nbre de fibres | Force de traction max. | Compression | Impacts             | Plage temp. |
|----------------|------------------------|-------------|---------------------|-------------|
| 12             | 100 daN                | 100 daN/dm  | 10 impacts de 3 N.m | -40°C +70°C |
| 24             | 150 daN                | 100 daN/dm  | 10 impacts de 3 N.m | -40°C +70°C |

| Conformité performances mécaniques |                 |
|------------------------------------|-----------------|
| Rayon de courbure min.             | IEC-60794-1-E10 |
| Force de traction maximale         | IEC-60794-1-E1  |
| Compression                        | IEC-60794-1-E3  |
| Impacts                            | IEC-60794-1-E4  |
| Températures d'utilisation         | IEC-60794-1-F1  |

| Spécifications du connecteur |                        |                  |
|------------------------------|------------------------|------------------|
| Type                         | Perte d'insertion max. | Return Loss min. |
| Multimode                    |                        |                  |
| SC/PC                        | 0,30 dB                | 35 dB            |
| LC/PC                        | 0,30 dB                | 35 dB            |
| Monomode                     |                        |                  |
| SC/PC                        | 0,30 dB                | 50 dB            |
| LC/PC                        | 0,30 dB                | 50 dB            |

### 5.2.1.1. Niveau de conformité au RPC ( $C_{CA}$ s1,d1,a1)

Le règlement RPC est entré en vigueur en Juillet 2016 avec une date d'effet au 1<sup>er</sup> juillet 2017. En conséquence le matériau de la gaine du câble doit appartenir à la classe CPR appropriée pour être conforme aux exigences des normes EN 50399 and EN 50575 2014/A:2016. En particulier le câble proposé pour ce projet doit être conforme à la norme EN50575 en matière de certification et de marquage.

Le câble proposé doit être de classe  $C_{CA}$  s1,d1,a1 et le soumissionnaire doit fournir l'attestation du fabricant démontrant le contrôle indépendant de son produit et sa classification.

### 5.2.2. Assemblage préconnectorisé UHD de fibres LC

L'assemblage préconnectorisé à ultra haute densité (UHD) consiste en un câble de type Micro-Bundle à usage intérieur dont les fibres sont connectorisées en usine et ce des deux côtés du câble.

Chaque fibre aura un diamètre de 250 µm et sera dotée d'un revêtement secondaire de couleur différente pour chacune des fibres ou d'une identification correspondant au raccordement.

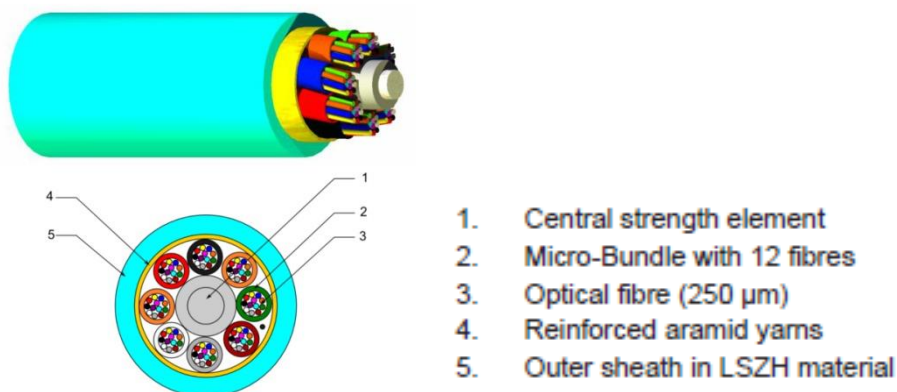
Le câble sera de conception à microfaisceaux, à remplissage limité de gel, contenant 12 fibres par microfaisceau, avec un maximum de 6 microfaisceaux autour de l'élément de renfort central. Comme la

quantité très limitée de gel n'entraîne pas d'effet d'égouttement, le câble peut être utilisé à la fois pour des installations horizontales et verticales.

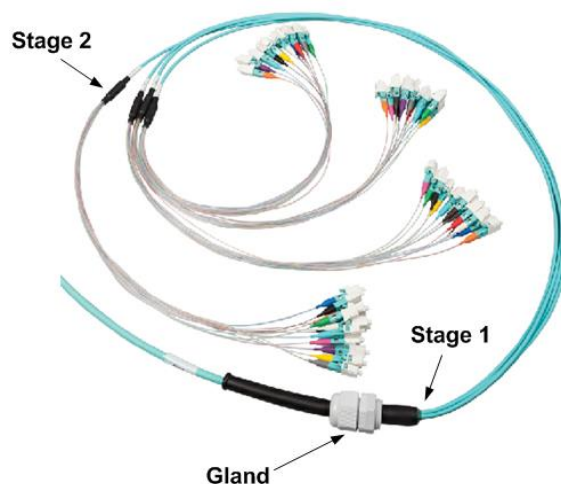
Le matériau de la gaine sera étanche et LSZH, avec un additif résistant aux UV. Le câble sera de conception diélectrique, c'est-à-dire qu'il ne contiendra pas d'élément métallique. Il sera doté de mèches de verre renforcées et étanches, et sera résistant aux rongeurs.

Le câble sera retardateur de flammes et d'incendie, conformément aux normes IEC 60332-1 et IEC 60332-3.

Il sera conforme à la norme IEC 60794-2-20



L'épanouissement des fibres devra comporter 2 niveaux.



Le premier niveau est constitué par la transition entre le câbles et les groupes de micro-bundles qui contiennent chacun 12 fibres. Cet épanouissement sera renforcé par des fibres aramides.

The second niveau d'épanouissement divise le micro-bundle en 12 fibres individuelles sur-gainées à 900 $\mu$ m.

Ce second épanouissement avec ses 12 fibres sur-gainées est optimisé pour installation et fixation dans les cassettes du panneau de brassage UHD.

Chaque connecteur est muni d'un embout de couleur pour permettre l'identification de la fibre en conformité avec le standard EIA/TIA. Pendant la fabrication les fibres auront été inversées deux à deux. Lorsque les connecteurs sont raccordés dans les cassettes la couleur de l'embout devra correspondre au code de couleur indiqué sur une bandelette située dans la cassette et ce afin d'assurer la polarité transmetteur / récepteur (TX/RX) dans le canal de transmission.



L'épanouissement sera protégé par un plastic à bulles pour les opérations de transport et l'installation. De plus les connecteurs de chaque groupe de 12 fibres sont munis d'une protection additionnelle pour éviter qu'ils ne s'emmêlent avec les connecteurs des autres groupes.

Les assemblages pré-connectorisés doivent être optimisés à la fois pour la pose et le tirage. Un anneau de tirage est positionné sur une extrémité pour faciliter l'installation. Cet anneau doit être relié à l'élément central de renforcement du câble. La force de traction maximale acceptable sur l'anneau sera de 450N.

L'ensemble pré-connectorisé est munis de presse étoupes dont la géométrie est compatible avec les entrées de câbles du panneau de brassage à très haute densité.

Afin de réduire les surlongeurs dans le centre de données les pré-connectorisés seront fabriqués sur commande par incréments de 1 m.

La valeur typique de perte d'insertion d'une connexion LC/LC sera de 0,15 dB. LA valeur max. d'atténuation sera de 0,3 dB mesuré selon la norme IEC61300-3-4. Le Return Loss sera mesuré selon la norme

IEC61300-3-6. Pour une connexion multimode le RL sera de 30 dB, pour le LC/UPC monomode il sera de 40 dB et pour le LC/APC monomode il sera de 55 dB minimum.

Tous les assemblages seront entièrement raccordés et testés dans un environnement usine à qualité certifiée. Les résultats de test seront fournis dans l'emballage avec l'assemblage pré-connectorisé.

Le câble sera retardateur de flammes et d'incendie, conformément aux normes IEC 60332-1 et IEC 60332-3.

#### Performances

Les performances suivantes seront garanties par le fabricant :

| Cable specification                               |          |              |              |
|---------------------------------------------------|----------|--------------|--------------|
|                                                   | Unit     | MBUN         | MBUN         |
| <b>Mechanical and Dimensional Characteristics</b> |          |              |              |
| <b>Number of optical fibres</b>                   |          | <b>12max</b> | <b>24-48</b> |
| Nominal outer diameter                            | mm       | 6,0          | 5,9          |
| Approximate weight                                | kg/km    | 45           | 35           |
| Minimum static operating bending radius           | mm       | 60           | 90           |
| Minimum dynamic operating bending radius          | mm       | 90           | 120          |
| Maximum pulling force (IEC 60794-1-2-E1)          | N        | 2.200        | 800          |
| Maximum operating pulling force                   | N        | 700          | 200          |
| <b>Mechanical characteristics</b>                 |          |              |              |
| Mechanical resistance to impacts                  | Nr x N.m | 1x3          | 10x1         |
| Crush resistance (IEC 60794-1-E3)                 | N/cm     | 200          | 100          |
| <b>Usage characteristics</b>                      |          |              |              |
| Flame retardant (IEC 60332-1)                     | -        | ●            | ●            |
| Fire retardant (IEC 60332-3)                      | -        | ●            | ●            |
| Ambient installation temperature, range           | °C       | 0/40         | 0/40         |
| Operating temperature, range                      | °C       | -20/60       | -30/60       |
| Storage temperature, range                        | °C       | -40/60       | -40/60       |

| Measurement Standard Mechanical Performances |                 |
|----------------------------------------------|-----------------|
| Min.bending radius                           | IEC-60794-1-E10 |
| Maximum pulling force                        | IEC-60794-1-E1  |
| Compression                                  | IEC-60794-1-E3  |
| Impacts                                      | IEC-60794-1-E4  |
| Operating temperatures                       | IEC-60794-1-F1  |

| Connector specifications |                    |                 |
|--------------------------|--------------------|-----------------|
| Type                     | Max Insertion Loss | Min Return Loss |
| <b>Multimode</b>         |                    |                 |
| LC/PC                    | 0.3 dB             | 30 dB           |
| <b>Single Mode</b>       |                    |                 |
| LC/PC                    | 0.3 dB             | 40 dB           |
| LC/APC                   | 0.3 dB             | 55 dB           |

#### 5.2.2.1. Niveau de conformité au RPC (B2ca s1,d0,a1)

Le règlement RPC est entré en vigueur en Juillet 2016 avec une date d'effet au 1<sup>er</sup> juillet 2017. En conséquence le matériau de la gaine du câble doit appartenir à la classe CPR appropriée pour être conforme aux exigences des normes EN 50399 and EN 50575 2014/A:2016. En particulier le câble proposé pour ce projet doit être conforme à la norme EN50575 en matière de certification et de marquage. Le câble proposé doit être de classe **B2ca s1,d0,a1** et le soumissionnaire doit fournir l'attestation du fabricant démontrant le contrôle indépendant de son produit et sa classification.

### 5.3. Caractéristiques des fibres optiques

#### 5.3.1. Caractéristiques des fibres OM3

Le câble à fibres optiques sera constitué de fibres multimodes OM3 - 50/125 µ avec un code de couleur permettant l'identification de chaque fibre.

Les fibres OM3 seront conformes aux normes suivantes :

- EC 60793-1-49 : Differential mode delay (DMD) pour la mesure de la bande passante modale effective (EMB)
- EC 60793-1-41 : Bande Passante OFL
- ISO/IEC 11801:2017 en tant que fibre OM3
- IEC 60793-2-10 en tant que type de fibre A1a.2b

Les fibres OM3 respecteront les spécifications suivantes :

#### Caractéristiques géométriques des fibres OM3

| Caractéristiques                         | Spéc. Valeurs | Unité |
|------------------------------------------|---------------|-------|
| Diamètre du cœur                         | 50 ± 2.5      | µm    |
| Non-circularité cœur                     | ≤ 6,0         | %     |
| Erreur de concentricité                  | ≤ 1,5         | µm    |
| Diamètre gaine                           | 125 ± 1.0     | µm    |
| Non-circularité gaine                    | ≤ 1,0         | %     |
| Diamètre revêtement                      | 250 ± 15.0    | µm    |
| Erreur de concentricité revêtement/gaine | ≤ 10,0        | µm    |

#### Paramètres optiques des fibres OM3

La bande passante modale effective sera mesurée conformément au modèle de méthode décrit dans la norme IEC 60793-2-10, section D2 et la bande passante modale effective calculée de l'IEC 60793-2-10, section D3.

| Caractéristiques                                     | Valeurs spéc. | Unité  |
|------------------------------------------------------|---------------|--------|
| Bande passante (Overfilled Launch) 850 nm            | ≤ 1500        | Mhz.km |
| Bande passante (Overfilled Launch) 1300 nm           | ≤ 500         | Mhz.km |
| Bande passante modale effective (EMB) 850 nm         | ≤ 2000        | Mhz.km |
| Longueurs lien de transmission pour 1 Gb/s (SX/LX)   | 880/550       | m      |
| Longueurs lien de transmission pour 10 Gb/s (SR/LX4) | 330/300       | m      |
| Longueurs lien de transmission pour 40 Gb/s (SR4)    | 100           | m      |
| Longueurs lien de transmission pour 100 Gb/s (SR10)  | 100           | m      |
| Atténuation 850 nm                                   | 3,0           | dB/km  |
| Atténuation 1300 nm                                  | 1,0           | dB/km  |
| Uniformité d'atténuation                             | ≤ 0,2         | dB     |
| Ouverture numérique                                  | 0,20 ± 0.02   |        |

| Pertes de macrocourbure                      |          |          |
|----------------------------------------------|----------|----------|
| Fibre Multimode / longueur d'onde            | 850 nm   | 1300nm   |
| 100 tours sur un mandrin de 37,5 mm de rayon | ≤ 0,5 dB | ≤ 0,5 dB |
| 2 tours sur un mandrin de 15 mm de rayon     | ≤ 0,1 dB | ≤ 0,3 dB |
| 2 tours sur un mandrin de 7,5 mm de rayon    | ≤ 0,2 dB | ≤ 0,5 dB |

### 5.3.2. Caractéristiques des fibres OM4

Le câble à fibres optiques sera constitué de fibres multimodes OM4 - 50/125 µ avec un code de couleur permettant l'identification de chaque fibre.

Les fibres OM4 seront conformes aux normes suivantes :

- EC 60793-1-49 : Differential mode delay (DMD) pour la mesure de la bande passante modale effective (EMB)
- EC 60793-1-41 : Bande Passante OFL
- ISO/IEC 11801:2017 en tant que fibre OM4
- IEC 60793-2-10 en tant que type de fibre A1a.3b

Les fibres OM4 respecteront les spécifications suivantes :

#### Caractéristiques géométriques des fibres OM4

| Caractéristiques                         | Spéc. Valeurs | Unité |
|------------------------------------------|---------------|-------|
| Diamètre du cœur                         | 50 ± 2.5      | µm    |
| Non-circularité cœur                     | ≤ 6,0         | %     |
| Erreur de concentricité                  | ≤ 1,5         | µm    |
| Diamètre gaine                           | 125 ± 1.0     | µm    |
| Non-circularité gaine                    | ≤ 1,0         | %     |
| Diamètre revêtement                      | 250 ± 15.0    | µm    |
| Erreur de concentricité revêtement/gaine | ≤ 10,0        | µm    |

#### Paramètres optiques des fibres OM4

La bande passante modale effective sera mesurée conformément aux modèles et méthodes décrits dans la norme IEC 60793-2-10, section D4 et la bande passante modale effective calculée de l'IEC 60793-2-10, section D5.

| Caractéristiques                                     | Valeurs spéc.   | Unité  |
|------------------------------------------------------|-----------------|--------|
| Bande passante (Overfilled Launch) 850 nm            | $\leq 3500$     | Mhz.km |
| Bande passante (Overfilled Launch) 1300 nm           | $\leq 500$      | Mhz.km |
| Bande passante modale effective (EMB) 850 nm         | $\leq 4700$     | Mhz.km |
| Longueurs lien de transmission pour 1 Gb/s (SX/LX)   | 900/550         | m      |
| Longueurs lien de transmission pour 10 Gb/s (SR/LX4) | 550*/300        | m      |
| Longueurs lien de transmission pour 40 Gb/s (SR4)    | 150*            | m      |
| Longueurs lien de transmission pour 100 Gb/s (SR10)  | 150*            | m      |
| Atténuation 850 nm                                   | 3,0             | dB/km  |
| Atténuation 1300 nm                                  | 1,0             | dB/km  |
| Uniformité d'atténuation                             | $\leq 0,2$      | dB     |
| Ouverture numérique                                  | $0,20 \pm 0.02$ |        |

\* avec un lien doté d'une perte d'insertion des connecteurs maximale de 1,0 dB

| Pertes de macrocourbure                      |               |               |
|----------------------------------------------|---------------|---------------|
| Fibre Multimode / longueur d'onde            | 850 nm        | 1300nm        |
| 100 tours sur un mandrin de 37,5 mm de rayon | $\leq 0,5$ dB | $\leq 0,5$ dB |
| 2 tours sur un mandrin de 15 mm de rayon     | $\leq 0,1$ dB | $\leq 0,3$ dB |
| 2 tours sur un mandrin de 7,5 mm de rayon    | $\leq 0,2$ dB | $\leq 0,5$ dB |

### 5.3.3. Caractéristiques des fibres OM5

Le câble à fibres optiques sera constitué de fibres multimodes OM5 - 50/125  $\mu$  avec un code de couleur permettant l'identification de chaque fibre.

Les fibres OM4 seront conformes aux normes suivantes :

- EC 60793-1-49 : Differential mode delay (DMD) pour la mesure de la bande passante modale effective (EMB)
- EC 60793-1-41 : Bande Passante OFL
- ISO/IEC 11801:2017 en tant que fibre OM5
- IEC 60793-2-10 en tant que type de fibre A1a.4

Les fibres OM5 respecteront les spécifications suivantes :

#### Caractéristiques géométriques des fibres OM5

| Caractéristiques                         | Spéc. Valeurs  | Unité   |
|------------------------------------------|----------------|---------|
| Diamètre du cœur                         | $50 \pm 2.5$   | $\mu$ m |
| Non-circularité cœur                     | $\leq 6,0$     | %       |
| Erreur de concentricité                  | $\leq 1,5$     | $\mu$ m |
| Diamètre gaine                           | $125 \pm 1.0$  | $\mu$ m |
| Non-circularité gaine                    | $\leq 1,0$     | %       |
| Diamètre revêtement                      | $250 \pm 15.0$ | $\mu$ m |
| Erreur de concentricité revêtement/gaine | $\leq 10,0$    | $\mu$ m |

#### Paramètres optiques des fibres OM4

La bande passante modale effective sera mesurée conformément aux modèles et méthodes décrits dans la norme IEC 60793-2-10, section D4 et la bande passante modale effective calculée de l'IEC 60793-2-10, section D5.

| Caractéristiques                                     | Valeurs spéc. | Unité  |
|------------------------------------------------------|---------------|--------|
| Bande passante (Overfilled Launch) 850 nm            | ≤ 3500        | Mhz.km |
| Bande passante (Overfilled Launch) 953 nm            | ≤ 1850        | Mhz.km |
| Bande passante (Overfilled Launch) 1300 nm           | ≤ 500         | Mhz.km |
| Bande passante modale effective (EMB) 850 nm         | ≤ 4700        | Mhz.km |
| Bande passante modale effective (EMB) 953 nm         | ≤ 2470        | Mhz.km |
| Longueurs lien de transmission pour 1 Gb/s (SX/LX)   | 900/550       | m      |
| Longueurs lien de transmission pour 10 Gb/s (SR/LX4) | 550*/300      | m      |
| Longueurs lien de transmission pour 40 Gb/s (SR4)    | 150*          | m      |
| Longueurs lien de transmission pour 100 Gb/s (SR10)  | 150*          | m      |
| Atténuation 850 nm                                   | 3,0           | dB/km  |
| Atténuation 1300 nm                                  | 1,0           | dB/km  |
| Uniformité d'atténuation                             | ≤ 0,2         | dB     |
| Ouverture numérique                                  | 0,20 ± 0.02   |        |

\* avec un lien doté d'une perte d'insertion des connecteurs maximale de 1,0 dB

| Pertes de macrocourbure                      |          |          |
|----------------------------------------------|----------|----------|
| Fibre Multimode / longueur d'onde            | 850 nm   | 1300nm   |
| 100 tours sur un mandrin de 37,5 mm de rayon | ≤ 0,5 dB | ≤ 0,5 dB |
| 2 tours sur un mandrin de 15 mm de rayon     | ≤ 0,1 dB | ≤ 0,3 dB |
| 2 tours sur un mandrin de 7,5 mm de rayon    | ≤ 0,2 dB | ≤ 0,5 dB |

#### 5.3.4. Caractéristiques des fibres OS2

Le câble à fibres optiques sera constitué de fibres monomodes OS2 - 9/125 µ avec un code de couleur permettant l'identification de chaque fibre.

Les fibres OS2 seront conformes aux normes suivantes :

- ITU-T en tant que type de fibre G.657.A1
- Câble monomode OS2 défini dans ISO/IEC 11801:2017
- IEC 60793-1
- IEC 60793-2-50 en tant que type de fibre B6.a1

Les fibres OS2 respecteront les spécifications suivantes :

#### Caractéristiques géométriques des fibres OS2

| Caractéristique           | Valeurs spéc. | Unité |
|---------------------------|---------------|-------|
| Diamètre de champ de mode | 9,2 ± 0.5     | µm    |
| Diamètre gaine            | 125 ± 1.0     | µm    |
| Diamètre revêtement       | 245 ± 10.0    | µm    |
| Non-circularité cœur      | ≤ 6,0         | %     |
| Non-circularité gaine     | ≤ 2,0         | %     |
| Essai de traction         | 100           | psi   |

## Paramètres optiques des fibres OS2

| Caractéristiques                                  | Valeurs spéc. | Unité    |
|---------------------------------------------------|---------------|----------|
| Type de fibre                                     | G.652.D       |          |
| Longueur de lien de transmission pour 1000Base-LX | 5000          | m        |
| Longueur de lien de transmission pour 10GBase-LR  | 10000         | m        |
| Longueur de lien de transmission pour 10GBase-LX4 | 10000         | m        |
| Longueur de lien de transmission pour 10Gbit-FC   | 10000         | m        |
| Atténuation 1300 nm                               | 0,40          | dB/km    |
| Atténuation 1385 nm                               | 0,40          | dB/km    |
| Atténuation 1550 nm                               | 0,28          | dB/km    |
| Uniformité d'atténuation                          | ≤ 0,2         | dB       |
| Cut-off wavelength                                | 1150 - 1330   | nm       |
| Dispersion 1285-1330 nm                           | ≤ 3,5         | ps/nm.km |
| Dispersion 1550 nm                                | ≤ 18          | ps/nm.km |
| Dispersion nulle                                  | 1310 ± 10     | nm       |
| Dispersion mode polarisation                      | ≤ 0,2         | ps/√km   |

| Pertes de macrocourbure                   |           |          |
|-------------------------------------------|-----------|----------|
| Fibre Monomode / longueur d'onde          | 1550 nm   | 1625 nm  |
| 10 tours sur un mandrin de 15 mm de rayon | ≤ 0,25 dB | ≤ 1,0 dB |
| 1 tours sur un mandrin de 7,5 mm de rayon | ≤ 0,75 dB | ≤ 1,5 dB |

### 5.4. Prise de télécommunications OF pour FTDD

Dans le cas où l'on souhaite déployer la fibre jusqu'au bureau des utilisateurs (FTDD – Fiber To The Desktop) des prises murales adéquates sont à prévoir.

Le raccordement des fibres de distribution horizontale se fera soit dans une prise ordinaire dans le cas de montage de connecteurs sur site sur du câble ZIP à 2 fibres ou de l'utilisation de cordon de brassage soit dans une prise terminale spécifique dans le cas d'épissure de pigtaills.

Les deux ports de prise OF munis de volets amovibles seront compatibles avec le format Snap-In du fabricant. Des coupleurs OF (SC ou LC) et des connecteurs RJ45 auront le même format Snap-In afin de garantir leur compatibilité et d'offrir des prises mixtes Cu/FO.

#### 5.4.1. Format European (45x45)

Toutes les prises de format européen (45x45) sont dotées de volets de protection amovibles blancs qui peuvent être remplacés par des volets de protection de couleur (rouge, vert, bleu, jaune, orange, gris ou noir) disponibles dans la gamme de produit standard du fabricant.



Les prises seront également équipées d'un système de marquage et d'identification des connecteurs. Un volet de protection transparent pivotant protégera l'étiquette d'identification. Le choix entre des modules à simple ou double prise RJ45 sera proposé.



La gamme comportera des plastrons, des modules droits ou inclinés pour connecteurs Snap-In et des boîtiers en saillie.

La prise télécoms pour épissure sera conçue pour des applications Fibre To The Desk robustes. La prise combine les avantages du concept Snap-In à une flexibilité totale des méthodes de raccordement : directe, épissurage avec protections aluminium et épissurage avec protections thermo-rétractables.

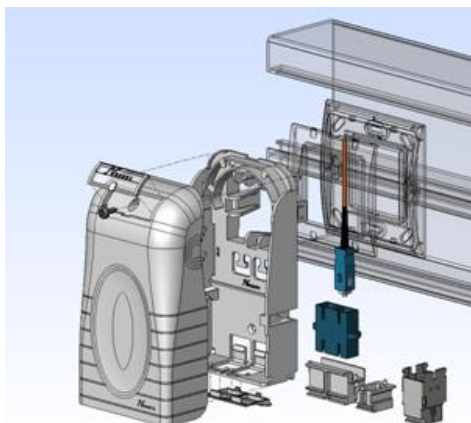
La prise supportera jusqu'à 2 fibres en combinaison avec des coupleurs Snap-In SC et jusqu'à 4 fibres en combinaison avec des coupleurs Snap-In LC.

La prise télécoms OF permettra la gestion de 50 cm de fibre par lien après l'extraction des fibres du câble. Dans la prise OF, les fibres doivent être câblées de manière à maintenir la polarité du channel OF duplex. Le câblage des fibres doit être réalisé conformément aux directives données par le fabricant.

La prise sera munie d'un système de marquage et d'identification. Une fenêtre transparente protégera l'étiquette informative.

#### 5.4.2. Prise Terminale FO

Les deux ports de la prise FO munis de volets de protection amovibles seront compatibles avec le format Snap-In du fabricant. Les coupleurs FO (SC ou LC) et les connecteurs RJ45 auront le même format Snap-In afin de garantir la compatibilité et d'offrir des prises Cu/FO mixtes.



La prise terminale FO sera conçue pour des applications Fibre To The Desk robustes. La prise allie les avantages du concept Snap-In à la flexibilité totale procurée par les méthodes de raccordement : direct, épissures avec protections aluminium et épissure avec protections thermo-rétractables.

La prise devra pouvoir supporter jusqu'à 2 fibres lorsqu'elle est utilisée avec des coupleurs Snap-In SC et jusqu'à 4 fibres lorsqu'elle est utilisée avec des coupleurs Snap-In LC ou MT-RJ.

La prise terminale FO permettra la gestion de 50 cm de fibre par lien après dénudage de la gaine extérieure du câble.

Dans la prise FO, les fibres doivent être connectées de manière à maintenir la polarité du canal à deux fibres. La connexion des fibres sera réalisée conformément aux directives fournies par le fabricant.

La présentation de la prise permettra son repérage et son identification. Une fenêtre transparente protégera l'étiquette de repérage.

Une version fibre optique du boîtier de distribution de zone sera également disponible pour les applications FTTH.

Les panneaux de brassage FO sont décrits de façon plus détaillée dans le chapitre dédié aux rocades.

---

## 5.5. Boîtier de répartition de zone verrouillable

Conçus pour servir de point de consolidation, les boîtiers de répartition de zone améliorent significativement la flexibilité d'agencement des bureaux dans les environnements ouverts et apportent une solution idéale pour le câblage d'îlots isolés dans un environnement industriel. Les boîtiers ZD s'installent

facilement au mur, sous les faux planchers ou dans les faux plafonds, du fait de leurs nombreuses fonctions de montage.

Ils sont compatibles avec tous les connecteurs LANmark Snap-In cuivre et les adaptateurs fibre, qui s'insèrent facilement par un simple mouvement d'encliquetage.

Des volets de protection en couleur (rouge, vert, bleu, jaune, orange, gris ou noir) seront disponibles dans la gamme de produit standard du fabricant.

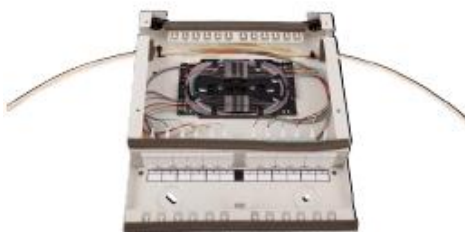


Ce boîtier ZD haute résistance est muni d'un couvercle articulé verrouillable pour accéder aux ports Snap-In et d'un capot fixé par des vis inviolables pour protéger la zone de câblage.

Toutes les ouvertures sont fermées par des bandes de mousse pour minimiser la pénétration de poussière dans le boîtier.

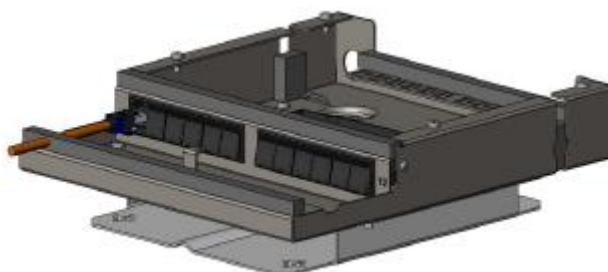
La zone de câblage comporte toutes les fonctions nécessaires pour recevoir les solutions pré-connectorisées cuivre et fibre, fibre à raccordement direct, épissures fibre et cuivre à raccordement sur site.

Le boîtier ZD haute résistance est spécialement conçu pour les installations qui utilisent des faisceaux de fibres extractibles et permet la rupture de faisceaux pour l'épissurage, tout en laissant des chemins libres d'une face à l'autre pour le passage des fibres.



Veuillez noter que les systèmes et cassettes d'épissurage sont à commander séparément.

Un socle en acier spécialement conçu (N521.6121) peut être commandé séparément pour surélever le boîtier à 50 mm au-dessus du sol pour apporter une protection contre l'écoulement d'eau.



---

## 5.6. Boîtier de distribution de zone (BDZ) FTTO

Ce BDZ dédié FTTO sera orienté à 90° par rapport à un BDZ traditionnel afin que le raccordement soit parallèle à l'extraction réalisée sur le câble à faisceaux extractibles.



Ce boîtier aura les caractéristiques suivantes :

- Option de montage à gauche ou à droite
- 6 coupleurs optiques dual LC (MM ou SM)
- Peut être équipé d'une cassette de lovage optionnelle
- Zone de brassage verrouillable avec anneau de gestion
- Ports numérotés
- Construction robuste en acier

Le boîtier de distribution nde zone FTTO est un produit robuste mais léger pour réaliser l'épanouissement et le raccordement des câbles à faisceaux extractibles lors de l'implémentation des systèmes FTTO.

Le boîtier est symétrique et permet donc une installation à droite ou à gauche du câble. La zone de brassage est munie d'une agraffe qui peut être verrouillée par un cadenas (non fourni) ou un collier de serrage en métal ou en plastique.

Le boîtier est fourni avec n anneau de gestion du brassage et d'un ensemble de vis pour fixer la cassette de lovage optionnelle.

## 5.7. Câble de descente Fibre renforcé boitier de zone / Switch FTTO

Chaque fibre à structure serrée du cordon de brassage est protégée par un ressort métallique. Cela produit un cordon de brassage doté d'une grande robustesse mécanique et d'une très haute résistance à l'écrasement.

Le ressort est très flexible, produisant un cordon de brassage avec un rayon de courbure de seulement 30 mm.

Le cordon de brassage LC a une conception de câble duplex d'un diamètre de 2 x 2,8 mmm.

Le cordon de brassage haute résistance est destiné à une utilisation intérieure et respecte les normes de performance incendie suivantes : IEC 60332-1 et IEC 60332-3.



Des mèches d'aramide sont introduites entre le ressort et la gaine LSZH pour augmenter la force de traction.

| Mechanical characteristics               |         |
|------------------------------------------|---------|
| Crush resistance (IEC 60794-1-E3)        | 500N/cm |
| Maximum pulling force (IEC 60794-1-2-E1) | 400N    |
| Usage characteristics                    |         |
| Minimum static operating bending radius  | 30mm    |

### Caractéristiques

- Câble conforme IEC 60794-2-50
- Perte d'insertion (conforme IEC 61300-3-4): 0.3 dB
- Perte d'insertion typique: 0.15 dB
- Return Loss min (conforme IEC 61300-3-6): 30 dB pour Multimode et 40 dB pour Singlemode
- Couleur de gaine: Aqua pour Multimode et Jaune pour Singlemode
- Tenue au feu conforme: IEC 60332-1 and IEC 60332-3

### Conception

Les réseaux conçus selon le principe de câblage "Cross-Over" pour améliorer l'installation sur le terrain (A1-B2, B1-A2). Ceci est conforme aux exigences de la CEI 11801 et EN 50174-1: 2009.



Cross-over patch cord (A1 to B2 & B1 to A2)

---

## 5.8. Panneau de brassage fibre optique

### 5.8.1. Panneau de brassage modulaire coulissant

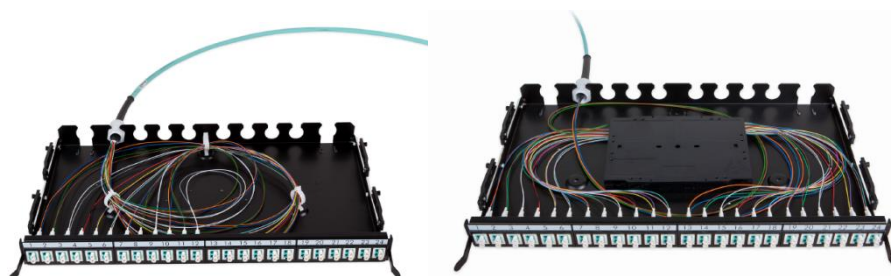
Le panneau de brassage FO 1HU sera modulaire et comprendra 24 ports vides qui peuvent être équipés de coupleurs Snap-In SC ou LC. Il sera conçu pour installation en baie 19".

Le panneau de brassage pré-équipé offre une grande capacité de gestion de câbles, avec de multiples entrées pour procurer une flexibilité maximale. Il peut être équipé à la fois de presse-étoupes et de colliers de serrage pour permettre la rétention mécanique des câbles. Les dimensions des percements pour presse-étoupes sont de 20 mm (8x) et 25 mm (2x).

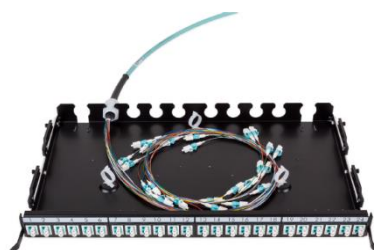
Le panneau FO sera équipé d'un mécanisme à tiroir coulissant afin de permettre le raccordement et la maintenance par la face frontale sans qu'il soit nécessaire de démonter complètement le panneau.

Le panneau FO doit être muni d'un système de retrait des connecteurs frontaux vers l'intérieur du panneau. Le retrait devra être suffisamment important que pour pouvoir respecter le rayon de courbure minimal des cordons de brassage FO connectés sur le panneau. Ce système permettra également d'éviter d'endommager les cordons lorsque la porte de la baie est fermée.

Le raccordement direct des connecteurs (SC & LC) sur les fibres, ainsi que l'épissurage de pigtails (SC & LC) seront possibles.



Le panneau devra posséder de multiples entrées de câbles à l'arrière. La conception de ces entrées de câbles (ouvertes sur le haut) permettra l'installation d'assemblages pré-connectorisés munis de presse étoupes. L'espace disponible sur le plateau sera largement dimensionné pour permettre une organisation professionnelle des épanouissements d'assemblages pré-connectorisés.



Le panneau sera fourni avec 3 anneaux qui assureront un rangement ordonné des fibres.

De 1 à 4 cassettes de rangement peuvent être empilés à l'intérieur du panneau de brassage, soit une capacité maximale de 48 épissures par fusion dans un panneau de brassage.

Les cassettes de lovage seront munie d'un système de charnière qui permettra de les rouvrir facilement en cas d'installation ultérieure ou d'inspection.



La face avant du panneau de brassage modulaire 24 ports sera compatible avec les types de connecteurs suivants : 24 mono SC, 24 duplex LC et 12 duplex DSC.

Des coupleurs Snap-In LC, SC et DSC standard seront disponibles pour équiper le panneau de brassage modulaire.

La couleur des coupleurs multimode sera 'Aqua'



Les coupleurs monomodes seront disponibles en couleur bleue et verte. La couleur bleue sera sélectionnée pour y raccorder des connecteurs polis PC tandis que la couleur verte sera sélectionnée pour les connecteurs polis APC.



Le panneau totalement équipé (une unité de hauteur ou 1U) supportera jusqu'à 24 fibres lorsqu'il est utilisé avec des coupleurs Snap-In SC et jusqu'à 48 fibres lorsqu'il est utilisé avec des coupleurs Snap-In LC. Les ports non utilisés pourront être obturés avec des bouchons disponibles en option.



Le panneau de raccordement FO comprendra un système de contact automatique avec le châssis métallique (non peint) de la baie. Dans ce cas, le panneau ne devra pas être mis à la terre au moyen d'un conducteur de terre séparé.

Le panneau de brassage sera totalement peint et sera disponible en blanc et en noir.

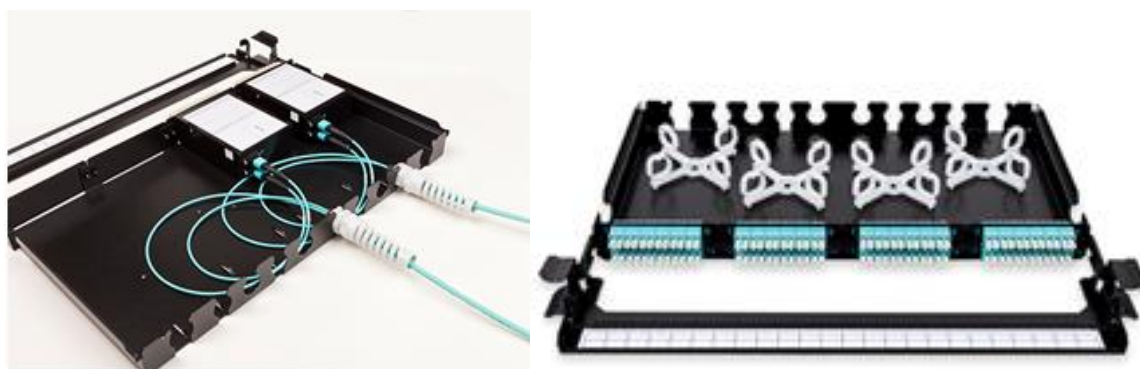
Dans les panneaux, les fibres doivent être connectées de manière à maintenir la polarité du canal double fibre. La connexion des fibres sera réalisée conformément aux directives fournies par le fabricant.

---

### 5.8.2. Panneau de brassage OF Plug & Play

Le concept Plug & Play doit avoir été spécialement conçu pour une installation en centre de données, où les avantages de haute densité, guidage intégré des cordons et installation optimisée du panneau de brassage permettent de respecter le cahier des charges. Il doit permettre des changements rapides avec une interruption limitée, une migration aisée vers d'autres applications et un chemin de transition vers l'optique parallèle.

Le panneau de brassage permettra de supporter jusqu'à 4 modules MTP/LC ou 4 plaques équipées de raccords optiques dans l'espace 1U du rack de distribution. Selon le type de module ou de plaque, une haute densité allant jusqu'à 96 connexions de fibre peut être supportée.



Le guide-cordon de brassage se situe à l'avant des modules et permet de gérer les cordons de brassage dans le même espace 1 U, économisant ainsi l'espace précieux dans les baies. Le guide-cordon de brassage possède également une fonction de marquage permettant l'identification des connexions. Un marquage supplémentaire est fourni par une numérotation imprimée sur les modules.

Le plateau coulisse et bascule pour améliorer l'accès lors de l'installation de nouveaux modules ou plaques et faciliter la fixation des assemblages pré-connectorisés.

Des organisateurs de fibres doivent être disponibles en option pour faciliter le rangement des épanouissements des assemblages.



De 1 à 4 cassettes de rangement peuvent être empilées à l'intérieur du panneau de brassage, soit une capacité maximale de 96 épissures par fusion dans un panneau de brassage.

Les cassettes de lovage seront munies d'un système de charnière qui permettra de les rouvrir facilement en cas d'installation ultérieure ou d'inspection.



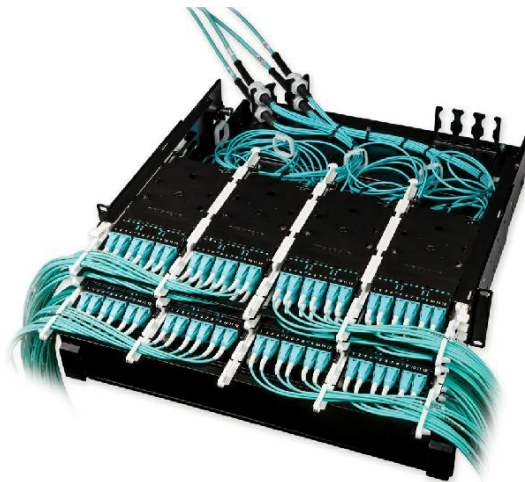
Les panneaux sont intégralement peints en noir pour un aspect optimal. Des obturateurs sont disponibles en tant qu'accessoires séparés pour masquer les emplacements non utilisés et conférer un aspect fini.

Le plateau d'adaptation avant peut être fixé affleurant ou enfoncé dans la baie, à l'aide des supports latéraux ajustables. Quand le panneau est installé en position enfoncée, la distance entre le montant de la baie et l'arrière du panneau est de 288 mm. La partie en saillie pour la gestion frontale des cordons mesure 67 mm. Quand le panneau est installé affleurant, la distance entre le montant de la baie et l'arrière du panneau est de 248 mm. La partie en saillie pour la gestion frontale des cordons mesure 107 mm.

### 5.8.3. Panneau de brassage OF UHD (Ultra Haute Densité)

Le concept UHD doit avoir été spécialement conçu pour une installation en centre de données, où les avantages de haute densité, guidage intégré des cordons et installation optimisée du panneau de brassage permettent de respecter le cahier des charges.

Il doit permettre des changements rapides avec une interruption limitée, une migration aisée vers d'autres applications et un chemin de transition vers l'optique parallèle.



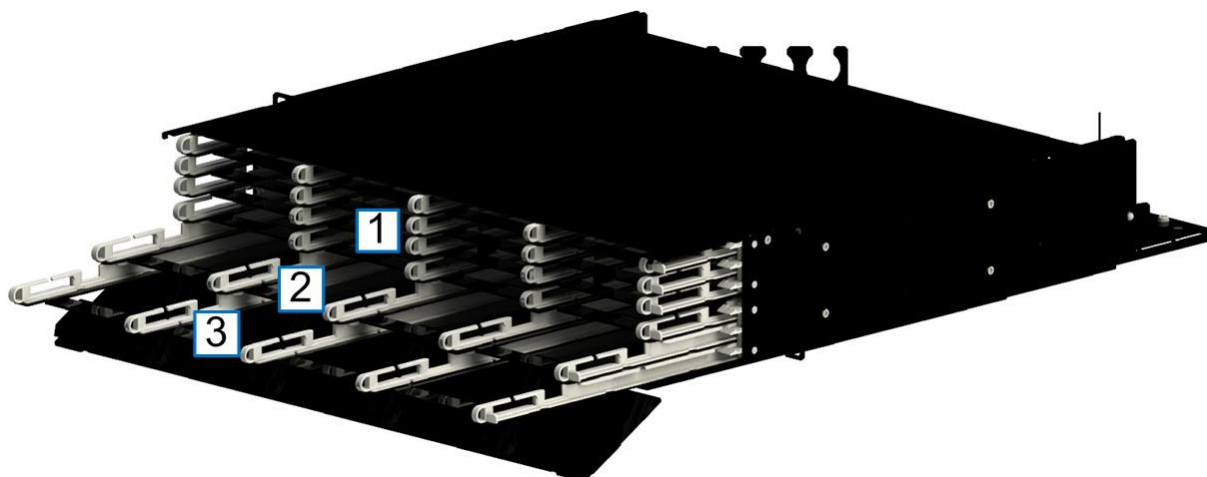
Le système UHD se composera de 3 sous-composants : les assemblages pré-connectorisés, les cassettes et les panneaux de brassage.

Le panneau de brassage 1HU devra incorporer 3 plateaux coulissants qui peuvent chacun être équipé de 4 cassettes. Lorsque le panneau est équipé de 12 cassettes LC, 144 connexions LC peuvent y être raccordées. Avec les cassettes équipées de raccords MTP, 76 connexions MTP peuvent être gérées. Les cassettes doivent être commandées séparément.

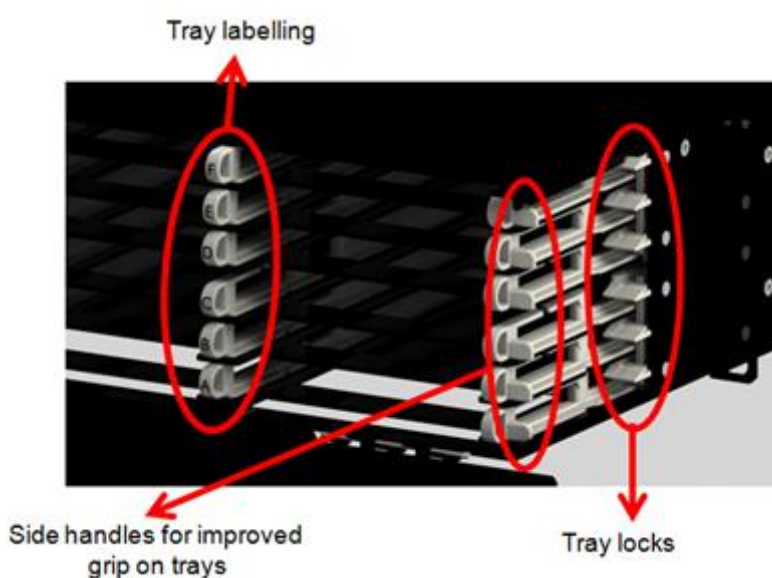
Le panneau UHD sera disponible en version 1HU, 2HU et 4HU. Le panneau est conçu pour installation dans des baies 19".

Les plateaux coulissants possèdent 3 positions de verrouillage :

- Position opérationnelle (1) lorsque le plateau est complètement inséré dans le panneau
- Position de brassage (2) lorsque le plateau est extrait de 75mm pour fournir un accès aisé aux jarretières
- Position de sécurité finale (3) juste avant extraction complète du plateau hors du panneau

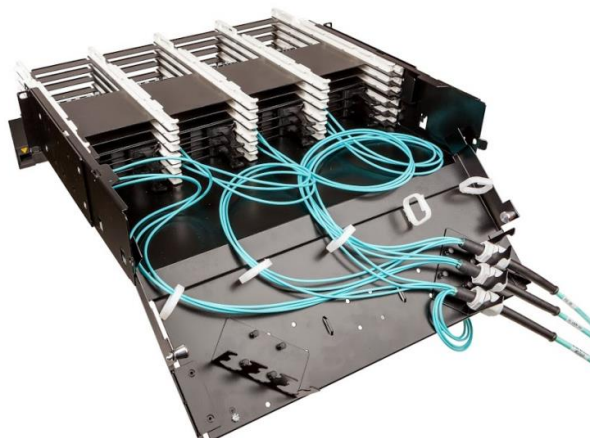


Les plateaux coulissants possèdent un marquage lettré qui permet des identifier individuellement. Des poignées disposées de part et d'autre des plateaux facilitent l'extraction.



Les assemblages pré-connectorisés seront fixés sur un plateau coulissant et basculant situé à l'arrière du panneau. Pour l'installation des câbles ce plateau pourra être coulissé de 15cm environ hors du panneau et ce afin de fournir un accès aisé aux fixations de presse-étoupes.

Sur ce plateau arrière, 2 support de presse-étoupes sont installés. Les ouvertures sont prévues pour des presse-étoupes PG13. Leur orientation peut être modifiée pour permettre de réaliser des entrées de câbles arrière, de côté ou angulaires. Un troisième support optionnel doit pouvoir aussi être installé sur le plateau arrière.

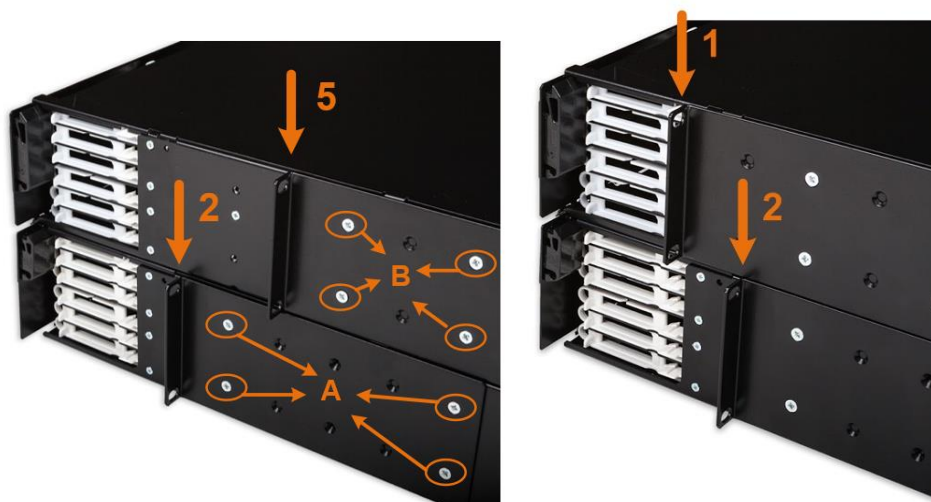


Le panneau est optimisé pour supporter l'installation d'assemblage pré-connectorisés UHD. Le presse-étoupe des assemblages doit permettre une fixation rapide et solide des câbles. Un ample espace est disponible dans le panneau pour ranger les épanouissements de fibres y compris les surlongueurs nécessaires pour permettre le mouvement des plateau coulissants principaux vers leur position de brassage.

L'avant du panneau est protégé par un couvercle monté sur charnière à l'intérieur duquel une étiquette de marquage est fournie. Ce couvercle doit pouvoir pivoter de 180° afin de faciliter la lecture de le l'étiquette et donc d'identifier les ports lorsque le panneau est installé en haut d'une baie 19".



Les panneaux sont entièrement peints en noir pour présenter une conception et un fini professionnel. AL profondeur total du panneau est de 526mm. Le panneau est fourni avec une avancée de 129 mm par rapport à l'axe du rail 19". La position des équerres de support 19" peut être modifiée. 5 positions seront possibles pour ajuster la position horizontale du panneau en fonction de l'espace disponible à l'avant et à l'arrière de la baie. Le panneau peut être avancé de 37,5 mm ou reculé de max. 75 mm.



#### 5.8.4. Panneau de brassage pré-équipé coulissant

Le panneau de brassage fibre optique 1U doit être intégralement équipé avec des adaptateurs SC ou LC et sera doté d'un guidage intégré des cordons de brassage. Il sera conçu pour installation en baie 19".



Le panneau de brassage pré-équipé offre une grande capacité de gestion de câbles, avec de multiples entrées pour procurer une flexibilité maximale. Il peut être équipé à la fois de presse-étoupes et de colliers

---

de serrage pour permettre la rétention mécanique des câbles. Les dimensions des percements pour presse-étoupes sont de 20 mm (8x) et 25 mm (2x).

Pour une gestion optimale une plus grande flexibilité et une organisation améliorée, les fibres peuvent être maintenues par 4 boucles séparées. Les bases du support et les anneaux pour ces 4 boucles sont inclus.



Le châssis du panneau de brassage possède de multiples entrées, situées à l'arrière, spécialement prévues pour la connexion des presse-étoupes des câbles pré-connectorisés. Le panneau de brassage présente un large espace intérieur pour permettre le rangement des fibres des câbles pré-connectorisés.

Le panneau de brassage sera doté d'un mécanisme coulissant et basculant, afin de permettre le raccordement et la maintenance par la face frontale sans qu'il soit nécessaire de démonter complètement le panneau. Le panneau permet également deux positions possibles pour la face avant : à niveau ou en retrait.

Le guide-cordons de brassage offre également une fonction d'étiquetage pour identifier les connexions. Un marquage supplémentaire est prévu par une numérotation de ports imprimée sur la face avant de support des adaptateurs.



Les panneaux de brassage sont pré-équipés avec des adaptateurs SC ou LC. Des versions monomode et multimode seront disponibles. Le panneau de brassage de moyenne densité procure 24 connexions SC, 24 connexions LC ou 48 connexions LC, tandis que la version haute densité est munie de 48 connexions SC ou 96 LC.

Le panneau de brassage permettra la gestion de 1 m de fibre par lien après dénudage de la gaine extérieure.

Jusqu'à quatre cassettes d'épissurage optionnelles seront prises en charge pour permettre jusqu'à 48 épissures avec des protections thermo-rétractables et 96 épissures avec des protections aluminium.

Les cassettes d'épissurage seront pivotantes pour assurer une plus grande facilité d'accès.



---

A l'aide des fixations latérales ajustables la face avant du panneau peut être fixée au même niveau ou en retrait dans la baie. En installation en retrait, la distance entre le rail 19" et l'arrière du panneau est de 288 mm L'espace de dégagement pour la gestion des cordons par l'avant est de 67 mm En installation à niveau du panneau, la distance entre le rail 19" et l'arrière du panneau est de 248 mm L'espace de dégagement pour la gestion des câbles par l'avant est de 107 mm.

Les panneaux sont intégralement peints en noir pour assurer une finition une esthétique professionnelle.

Dans les panneaux, les fibres doivent être connectées de manière à maintenir la polarité du canal bi-fibres. La connexion des fibres sera réalisée conformément aux directives fournies par le fabricant.

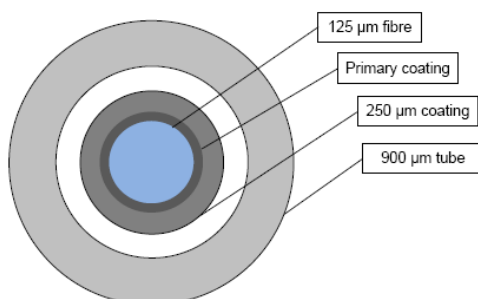
## 5.9. Pigtails fibre optique

### 5.9.1. Pigtails fibre optique de type Maxistrip

Des pigtails à épissure par fusion seront utilisés pour raccorder des fibres Multimodes et Monomode.

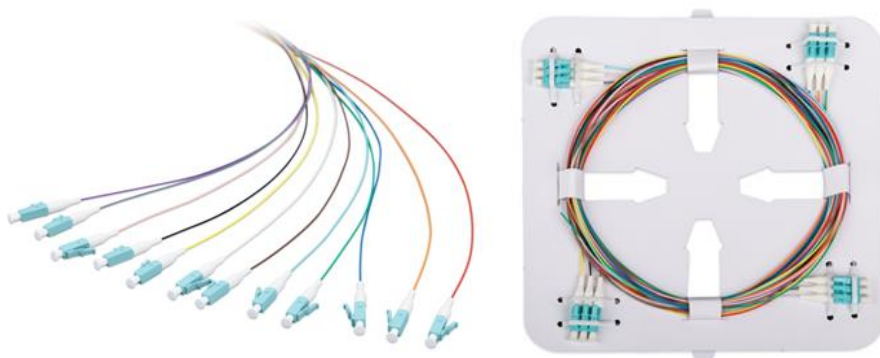


Il doit être fait usage de pigtails de type Maxistrip. Ce type de pigtail est constitué d'une fibre gainée 250  $\mu\text{m}$  qui est libre dans un microtube de diamètre extérieur 900  $\mu\text{m}$ . Ce microtube peut être dénudé en une seule opération sur une longueur jusqu'à 1m d'exposition de la gaine 250  $\mu\text{m}$ .



Maxistrip pigtail

Dans la mesure du possible il sera fait usage de sets de 12 pigtails colorés afin d'avoir une concordance de couleur avec les fibres du câbles auxquelles les pigtails seront épissurés.



### Exigences de performance des connecteurs

| Type de fibre | Connecteur | Polissage | Perte d'insertion max. | Return Loss min. |
|---------------|------------|-----------|------------------------|------------------|
| Multimode     | SC-LC      | PC        | 0,25 dB                | > 30 dB          |
| Monomode      | SC-LC      | UC        | 0,25 dB                | > 50 dB          |
| Monomode      | SC-LC      | APC       | 0,25 dB                | > 65 dB          |

Les pigtails seront disponibles avec les types de fibres suivants : OM3 ; OM4, OM5 et OS2.

Les pigtails seront fabriqués avec des fibres peu sensibles à la courbure (Bend Insensitive):

- OM3 conforme à l'IEC 60793-2-10, fibre modèle A1a.2b
- OM4 conforme à l'IEC 60793-2-10, fibre modèle A1a.3b
- OM5 conforme à l'IEC 60793-2-10, fibre modèle A1a.4b
- OS2 conforme à l'IEC 60793-2-50, fibre modèle B6.a1

#### Exigences de performance des fibres Bend Insensitive

| Pertes de macrocourbure                      |          |          |
|----------------------------------------------|----------|----------|
| Fibre Multimode / longueur d'onde            | 850 nm   | 1300nm   |
| 100 tours sur un mandrin de 37,5 mm de rayon | ≤ 0,5 dB | ≤ 0,5 dB |
| 2 tours sur un mandrin de 15 mm de rayon     | ≤ 0,1 dB | ≤ 0,3 dB |
| 2 tours sur un mandrin de 7,5 mm de rayon    | ≤ 0,2 dB | ≤ 0,5 dB |

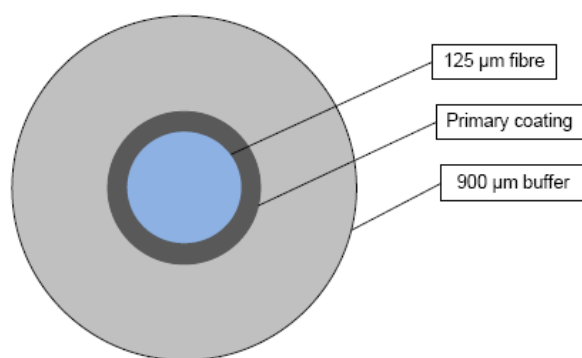
| Pertes de macrocourbure                   |           |          |
|-------------------------------------------|-----------|----------|
| Fibre Monomode / longueur d'onde          | 1550 nm   | 1625 nm  |
| 10 tours sur un mandrin de 15 mm de rayon | ≤ 0,25 dB | ≤ 1,0 dB |
| 1 tours sur un mandrin de 7,5 mm de rayon | ≤ 0,75 dB | ≤ 1,5 dB |

### 5.9.2. Pigtails fibre optique de type structure serrée

Des pigtails à épissure par fusion seront utilisés pour raccorder des fibres Multimodes et Monomode.

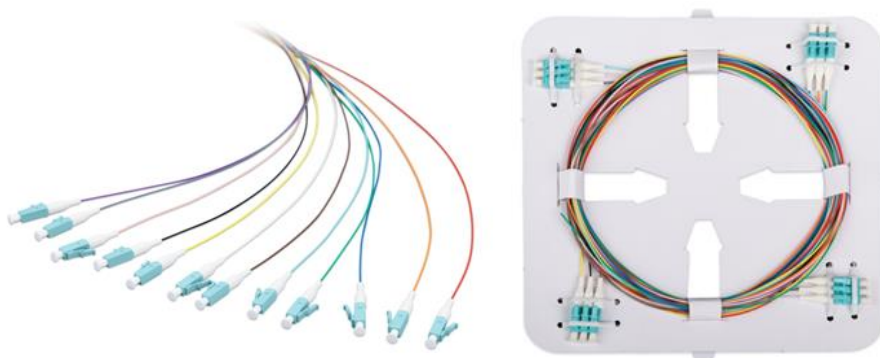


Il doit être fait usage de pigtails à structure serrée (Tight Buffer).



### Tight Buffer pigtail

Dans la mesure du possible il sera fait usage de sets de 12 pigtails colorés afin d'avoir une concordance de couleur avec les fibres du câble auxquelles les pigtails seront épiusurés.



### Exigences de performance des connecteurs

| Type de fibre | Connecteur | Polissage | Perte d'insertion max. | Return Loss min. |
|---------------|------------|-----------|------------------------|------------------|
| Multimode     | SC-LC      | PC        | 0,25 dB                | > 30 dB          |
| Monomode      | SC-LC      | UC        | 0,25 dB                | > 50 dB          |
| Monomode      | SC-LC      | APC       | 0,25 dB                | > 65 dB          |

Les pigtails seront disponibles avec les types de fibres suivants : OM3 ; OM4, OM5 et OS2.

Les pigtails seront fabriqués avec des fibres peu sensibles à la courbure (Bend Insensitive):

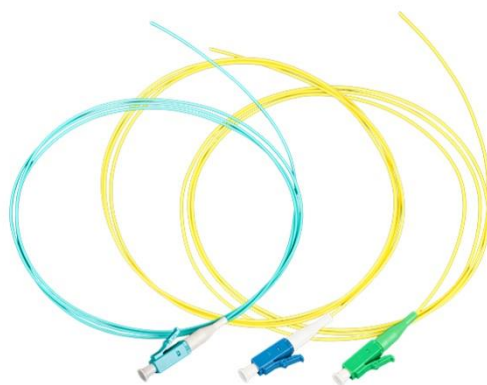
- OM3 conforme à l'IEC 60793-2-10, fibre modèle A1a.2b
- OM4 conforme à l'IEC 60793-2-10, fibre modèle A1a.3b
- OM5 conforme à l'IEC 60793-2-10, fibre modèle A1a.4b
- OS2 conforme à l'IEC 60793-2-50, fibre modèle B6.a1

### Exigences de performance des fibres Bend Insensitive

| Pertes de macrocourbure                      |          |          |
|----------------------------------------------|----------|----------|
| Fibre Multimode / longueur d'onde            | 850 nm   | 1300nm   |
| 100 tours sur un mandrin de 37,5 mm de rayon | ≤ 0,5 dB | ≤ 0,5 dB |
| 2 tours sur un mandrin de 15 mm de rayon     | ≤ 0,1 dB | ≤ 0,3 dB |
| 2 tours sur un mandrin de 7,5 mm de rayon    | ≤ 0,2 dB | ≤ 0,5 dB |

| Pertes de macrocourbure                   |           |          |
|-------------------------------------------|-----------|----------|
| Fibre Monomode / longueur d'onde          | 1550 nm   | 1625 nm  |
| 10 tours sur un mandrin de 15 mm de rayon | ≤ 0,25 dB | ≤ 1,0 dB |
| 1 tours sur un mandrin de 7,5 mm de rayon | ≤ 0,75 dB | ≤ 1,5 dB |

### 5.9.2.1. Information produit détaillée



Exemple de produit

| N-number  | Description                                                            |
|-----------|------------------------------------------------------------------------|
| N121.4TCY | LANmark-OF Pigtail SC/UPC Singlemode Tight Buffer LSZH 9/125 1m Yellow |
| N121.4TLY | LANmark-OF Pigtail LC/UPC Singlemode Tight Buffer LSZH 9/125 1m Yellow |
| N121.4TDY | LANmark-OF Pigtail SC/APC Singlemode Tight Buffer LSZH 9/125 1m Yellow |
| N121.4TPY | LANmark-OF Pigtail LC/APC Singlemode Tight Buffer LSZH 9/125 1m Yellow |
| N121.5TCA | LANmark-OF Pigtail SC OM3 Tight Buffer LSZH 50/125 1m Aqua             |
| N121.5TLA | LANmark-OF Pigtail LC OM3 Tight Buffer LSZH 50/125 1m Aqua             |
| N121.7TCA | LANmark-OF Pigtail SC OM4 Tight Buffer LSZH 50/125 1m Aqua             |
| N121.7TLA | LANmark-OF Pigtail LC OM4 Tight Buffer LSZH 50/125 1m Aqua             |

## 5.10. Cordons de brassage fibre optique

### 5.10.1. Cordons de brassage fibre optique OM3 et OM4

Les cordons de brassage seront disponibles dans des longueurs de 1m, 2m, 3m, 5m, 7m, 10m, 15m, 20m, 25m, 30m, 40m et 50 mètres et posséderont une gaine extérieure LSHF-FR.

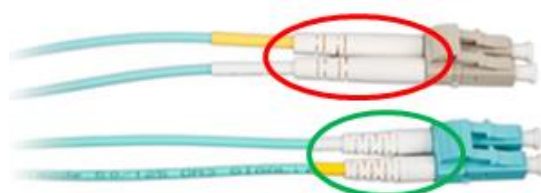
Le câble sera retardateur de flammes et d'incendie, conformément à la norme IEC 60332-1.

Lorsque l'on utilise des câbles à fibres optiques OM3 ou OM4, des cordons de brassage produits avec la même fibre OM3 ou OM4 doivent être installés.

Les cordons de brassage seront fabriqués avec de la fibre GIGAliteFLEX. Ces fibres à faible rayon de courbure de 10mm (Bend Insensitive) seront conformes à la norme IEC 60793-2-10, fibre modèles A1a.2b et 3b.



Les cordons de type Duplex LC-LC, duplex LC-SC and duplex SC-SC ont un câble de construction double avec un diamètre de 2x 2,0 mm et de courts manchons arrière de 19mm de longueur.



Une étiquette de marquage devra être apposée à proximité du connecteur à des fins de tracabilité des test de mesure en usine. La perte d'insertion et le Return Loss (RL) seront disponible sur demande.



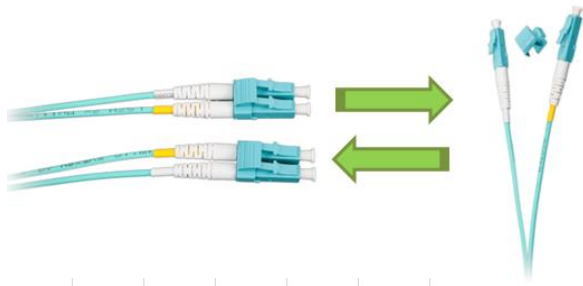
Les cordons seront conformes à la norme IEC 60794-2-50. La couleur de la gaine du câble sera Aqua pour les cordons OM3 et OM4.

Les adaptateurs Snap-In fibre seront connectés à l'équipement actif au moyen de cordons de brassage duplex à branchement croisé ("Cross-over") afin de maintenir la polarité du canal FO duplex.



Cross-over patch cord (A1 to B2 & B1 to A2)

Le clips papillon du connecteur duplex permettra un changement facile de la polarité. Il suffira de dégrafer les 2 connecteur et de les inverser dans le clip. Aucun outil ne sera nécessaire pour réaliser cette opération.



| Construction characteristics             |              |
|------------------------------------------|--------------|
| Armour type                              | Aramid yarn  |
| Fiber optic type                         | OM3 50/125   |
| Outer sheath                             | LSZH-FR      |
| Transmission characteristics             |              |
| Return Loss, Minimum, dB                 | 30 dB        |
| Insertion Loss, maximum, dB              | 0.25 dB      |
| Mechanical characteristics               |              |
| Maximum pulling force (IEC 60794-1-2-E1) | 200 N        |
| Crush resistance (IEC 60794-1-E3)        | 100 N/cm     |
| Usage characteristics                    |              |
| Minimum static operating bending radius  | 10 mm        |
| Operating temperature, range             | -10 .. 50 °C |

5.10.1.1. Information produit détaillée



Exemple de produit

| LANark-OF Slimflex patch cords OM3 & OM4 |                                                           |
|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| N122.5LLAX                               | LANmark-OF Slimflex Patch Cord DLC-DLC OM3 LSZH Xm Aqua   |
| N122.5CLAX                               | LANmark-OF Slimflex Patch Cord DSC-DLC OM3 LSZH Xm Aqua   |
| N122.5CCAX                               | LANmark-OF Slimflex Patch Cord DSC-DSC OM3 LSZH Xm Aqua   |
| N122.7CLAX                               | LANmark-OF Slimflex Patch Cord DLC - DSC OM4 LSZH Aqua Xm |
| N122.7CCAX                               | LANmark-OF Slimflex Patch Cord DSC - DSC OM4 LSZH Aqua Xm |

5.10.2. Cordons de brassage fibre optique OS2

Les cordons de brassage seront disponibles dans des longueurs de 1m, 2m, 3m, 5m, 7m, 10m, 15m, 20m, 25m, 30m, 40m et 50 mètres et posséderont une gaine extérieure LSHF-FR.

Le câble sera retardateur de flammes et d'incendie, conformément à la norme IEC 60332-1.

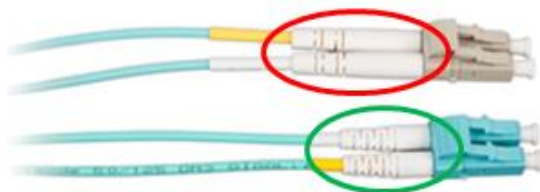
La performance en Return Loss des connecteurs à polissage UPC sera > 50 dB.

La performance en Return Loss des connecteurs à polissage APC sera > 65 dB.

Les cordons de brassage seront fabriqués avec de la fibre GIGAliteFLEX. Ces fibres à faible rayon de courbure de 10mm (Bend Insensitive) seront conformes aux normes ITU-T G.657.A1 et IEC 60793-2-50, fibre modèle B6.a1.



Les cordons de type Duplex LC-LC, duplex LC-SC and duplex SC-SC ont un câble de construction double avec un diamètre de 2x 2,0 mm et de courts manchons arrière de 19mm de longueur.



Une étiquette de marquage devra être apposée à proximité du connecteur à des fins de traçabilité des test de mesure en usine. La perte d'insertion et le Return Loss (RL) seront disponible sur demande.



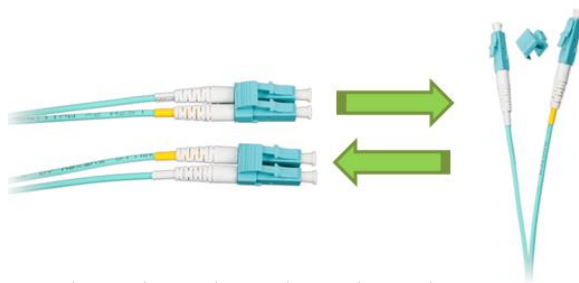
La couleur de la gaine du câble sera jaune.

Les adaptateurs Snap-In fibre seront connectés à l'équipement actif au moyen de cordons de brassage duplex à branchement croisé ("Cross-over") afin de maintenir la polarité du canal FO duplex.



Cross-over patch cord (A1 to B2 & B1 to A2)

Le clips papillon du connecteur duplex permettra un changement facile de la polarité. Il suffira de dégrafer les 2 connecteur et de les inverser dans le clip. Aucun outil ne sera nécessaire pour réaliser cette opération.



| CONSTRUCTION CHARACTERISTICS             |             |
|------------------------------------------|-------------|
| Armour type                              | Aramid yarn |
| Colour                                   | Yellow      |
| Outer sheath                             | LSZH-FR     |
| TRANSMISSION CHARACTERISTICS             |             |
| Insertion Loss, maximum, dB              | 0.25dB      |
| MECHANICAL CHARACTERISTICS               |             |
| Maximum pulling force (IEC 60794-1-2-E1) | 200N        |
| Crush resistance (IEC 60794-1-E3)        | 100N/cm     |
| USAGE CHARACTERISTICS                    |             |
| Operating temperature, range             | -10 .. 50°C |

### 5.10.3. Cordons de brassage LC à ultra haute densité (UHD)

Ces cordons de brassage UHD seront optimisés pour un usage dans un environnement de Centre de Données.

Les cordons de brassage seront fabriqués avec de la fibre GIGAliteFLEX. Ces fibres à faible rayon de courbure de 10mm (Bend Insensitive) seront conformes à la norme IEC 60793-2-10, fibre modèles A1a.3b.



La forme circulaire du câble des cordons permettra d'obtenir un faible rayon de courbure dans toutes les directions. En effet les cordons traditionnels basé sur une structure à double câble situés côte à côte ont un rayon de courbure qui dépend de l'orientation. En conséquence ils ne seront pas accepté dans le cadre de ce projet.

Les cordons de brassage seront disponibles dans des longueurs de 1m, 2m, 3m, 5m, 7m et 10 mètres et posséderont une gaine extérieure LSHF-FR.

Le câble sera retardateur de flammes et d'incendie, conformément à la norme IEC 60332-1.

Pour assurer le support des applications Ethernet à haut débit qui présentent un budget optique très serré, les connecteurs des cordons UHD auront une performance d'atténuation maximale de 0,25 dB et seront conformes à la norme IEC 61300-3-4. Cette performance permettra d'augmenter la marge optique et donc de diminuer le risque de défaut de transmission.

Les cordons seront conformes à la norme IEC 60794-2-50. La couleur de la gaine du câble sera Aqua pour les cordons OM4 et jaune pour les fibres OS2.

Les adaptateurs Snap-In fibre seront connectés à l'équipement actif au moyen de cordons de brassage duplex à branchement croisé ("Cross-over") afin de maintenir la polarité du canal FO duplex.



Cross-over patch cord (A1 to B2 & B1 to A2)

Le connecteur sera de type Uniboot et sa polarité pourra être modifiée. Pour ce faire il sera possible d'ouvrir le connecteur et de changer la position des 2 férules LC. Des lamelles de marquage noire et jaune permettent d'identifier la polarité. Les cordons sont fournis avec la lamelle noire située du côté gauche (A) et la lamelle jaune située à droite (B). Cette disposition est requise pour obtenir un cordon croisé. En modifiant la position des connecteurs (Noir à droite et jaune à gauche) on obtient un cordon droit.

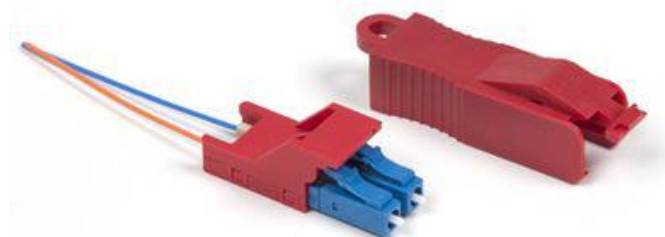
Uniboot after opening

Uniboot after changing  
polarity



| Dimensional characteristics                       |                     |
|---------------------------------------------------|---------------------|
| Outer Diameter                                    | 2 mm                |
| Transmission characteristics                      |                     |
| Insertion Loss, maximum, dB                       | 0.25 dB             |
| Return Loss, Minimum, dB                          | 30 dB               |
| Mechanical characteristics                        |                     |
| Crush resistance (IEC 60794-1-E3)                 | 100 N/cm            |
| Maximum pulling force (IEC 60794-1-2-E1)          | 100 N               |
| Mechanical resistance to impacts (IEC 60794-1-E4) | 10 impacts of 1 N.m |
| Usage characteristics                             |                     |
| Operating temperature, range                      | -20 .. 60 °C        |
| Flame retardant                                   | IEC 60332-1         |
| Minimum static operating bending radius           | 10 mm               |

#### 5.10.4. Cordon de brassage LC de type Secure Lock



Les adaptateurs Snap-In fibre seront connectés à l'équipement actif au moyen de cordons de brassage duplex à branchement croisé ("Cross-over") afin de maintenir la polarité du canal FO duplex.

La sécurité du système présente une grande importance pour ce projet. En conséquence le sous-système fibre optique sera équipé d'un système qui limite la possibilité de déconnexion des jarretières fibre optique LC.

Le système 'Secure Lock' doit être compatible avec les adaptateurs fibre optique standards.

Les systèmes de sécurité qui utilisent des adaptateurs comportant des clés de différenciation ne seront pas acceptés.

Le concept doit être basé sur l'utilisation de cordons LC qui peuvent être verrouillés et ne pourront être déconnectés sans utilisation de la clé correspondante.

Il doit aussi être possible de verrouiller les adaptateurs (ports passifs ou actifs) en position fermée.

De plus la clé de déverrouillage ne pourra être enlevée du connecteur LC que lorsque le capuchon de protection de l'extrémité polie du connecteur sera remis en place.



La collection de matériel devra comprendre les éléments suivants :

- Les cordons LC 'Secure Lock': Monomode OS2 (jaune) et multimode OM3 (Aqua)
- Les 8 clés de couleurs correspondant aux différents cordons et la clé 'magique' de couleur pourpre qui peut déverrouiller toutes les couleurs
- Les obturateurs d'adaptateur LC 'Secure Lock'
- Les capuchons de protections 'Secure Lock'
- Une pince d'extension qui permet déconnecter les connecteurs difficiles d'accès

8 types de cordons ainsi que leurs clés de déverrouillage de couleur différentes seront disponible (Noir, Rouge, Bleu, Vert, Jaune, Orange et Blanc).

Les jarretières seront disponibles en longueur standard de 1, 2, 3 et 5 mètres.

Des longueurs différentes pourront être commandée (Quantité minimum et délai d'approvisionnement sur demande).

| Spécifications des jarretières 'Secure Lock' |           |
|----------------------------------------------|-----------|
| Diamètre extérieur                           | 2.8 mm    |
| Perte en retour maximum                      | 30dB      |
| Perte d'insertion                            | 0.3 dB    |
| Gamme de température d'utilisation           | 0 .. 70°C |
| Rayon de courbure minimum                    | 30 mm     |

---

#### 5.10.4.1. Information produit détaillée



Exemple de produit

| Secure fibre products |                                                             |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------|
| N124.C5KKW010A        | LANmark-OF Secure Lock LC Patch Cord OM3 Black Boot 1m Aqua |
| N124.KNK              | LANmark-OF Secure Lock LC Key Black                         |
| N124.BNK              | LANmark-OF Secure Lock LC Locking Plug Black                |

## 5.11. Cordons de brassage cuivre

Pour atteindre une **performance de Canal de Classe EA** tous les cordons de brassage de données appartiendront à la Catégorie 6A.

Le câble de cordon de brassage sera fabriqué en matériau LSZH et portera un marquage imprimé indiquant le type de câble, sa marque, son code de production et sa longueur en mètres.

Tous les cordons de brassage seront non propagateur de flamme et conformes à la norme IEC 60332-1.

### 5.11.1. Cordons de brassage Cat.6A écrantés

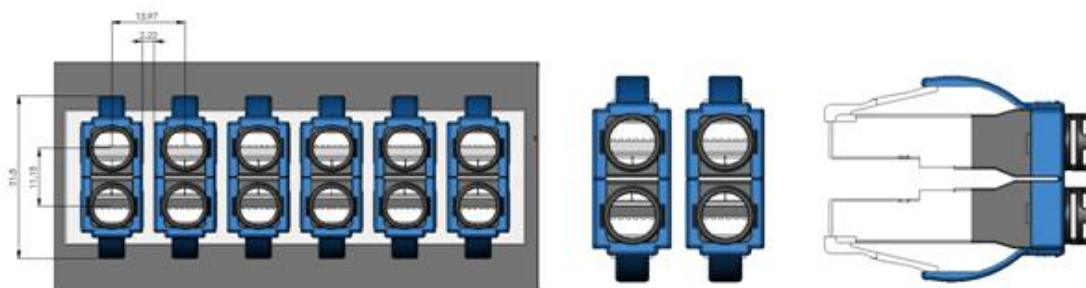
Tous les cordons de brassage de données seront totalement écrantés.

En standard, les couleurs de la gaine retardatrice de flammes LSZH seront orange et gris foncé.

Les couleurs rouge, bleu, vert et jaune seront disponibles sur demande.

Les longueurs par défaut disponibles en stock seront 1, 2, 3, 5, 10 et 20 m afin d'assurer une livraison rapide sur site. D'autres longueurs seront disponibles sur demande.

Les cordons de brassage sont dotés d'un embout surmoulé fin qui ne dépasse pas les dimensions de l'empreinte RJ45 afin de permettre un brassage haute densité avec 48 cordons sur une unité de hauteur.



Ils sont également dotés d'une languette de protection noire remplaçable, qui peut être utilisée pour identifier les différents services avec un code couleur spécifique.

Des languettes de protection amovibles seront disponibles en tant qu'accessoires, en 8 coloris pour identifier les différents service avec un code couleur spécifique.



Les cordons seront équipés de fiches écrantées RJ45 Catégorie 6A, avec un connecteur RJ45 à verrouillage automatique, très fiable (ISO 8877). Toutes les paires doivent avoir une impédance de 100 Ohms. L'impédance caractéristique des paires doit être identique à celle des câbles horizontaux. Les cordons de brassage auront un niveau de performance garanti supérieur à 750 insertions sans dégradation du niveau de performance de la solution.

Le câble utilisé pour les cordons de brassage sera un câble de brassage LSZH U/FTP Catégorie 6A. Le câble sera un câble 4 paires torsadées avec des conducteurs multibrins écrantés individuellement. Des

---

références de traçabilité doivent apposées sur le câble fourni par le fabricant ainsi que dans son emballage pour permettre la validation de qualité du câble installé.

Lorsque les cordons sont utilisés avec le système LANmark-6, la performance de canal Cat 6/Classe E est conforme aux limites de canal des normes TIA/EIA-568-C2 et ISO/IEC 11801:2017 et dépasse les exigences du modèle à 4 connecteur de l'ISO/IEC.



#### **5.11.2. Cordons de brassage RJ45 verrouillables**

La sécurité du réseau étant très importante pour ce projet le sous-système cuivre sera équipé d'un système qui empêche la déconnexion des cordons de brassage cuivre.

Chaque cordon est fourni préassemblé avec des embouts de verrouillage colorés qui correspondent à une clé de même couleur. Lorsqu'ils sont connectés, ces cordons sont automatiquement verrouillés et la languette de déverrouillage est inaccessible. LE cordon peut seulement être déconnecté lorsque la clé de déverrouillage correspondante est utilisée pour extraire le cordon.

Le connecteur standard est surmoulé avec u système de verrouillage transparent. 5 autres couleurs sont disponibles.



La couleur standard des cordons de brassage verrouillable est orange.

Les cordons standard (Cat.6 UTP and cat.6A U/FTP) sont disponibles en longueurs de 1, 2, 3 and 5m – D'autres longueurs sont disponibles sur demande.

---

## 6. Switches FTTO

### 6.1. Caractéristiques générales des switches FTTO

Les switches FTTO réalisent la conversion intelligente fibre vers cuivre et inversement. Chaque switch, installé au poste de travail dans des goulottes ou boîtiers de sol, est équipé de 4 ports RJ45 en façade pour livrer data + power aux terminaux. Le FTTO allie les avantages de la Fibre (vitesse, fiabilité et longues distances) à l'universalité du RJ-45. Les FTTO-Switches répondent aux exigences des réseaux en termes de flexibilité, rentabilité et interopérabilité.

L'alimentation des switches sera assurée via un bloc d'alimentation externe (SELV). Le système sera connecté au 48 V CC (courant continu) via la borne d'alimentation à l'arrière, en utilisant une borne à vis à 3 pôles. Ce bloc d'alimentation 48 V CC peut également être utilisé pour alimenter simultanément l'équipement PoE (Power over Ethernet) connecté. Grâce aux fonctionnalités PoE déployées, des terminaux comme des téléphones VoIP, des points d'accès sans fil et des caméras IP, peuvent être alimentés conformément à la norme IEEE802.3at, Classe 0/1/2/3/4, directement à partir du switch.

La tête supportant les ports cuivre du switch peut être installée verticalement ou horizontalement, ce qui permet d'utiliser le FTTO-switch pour des installations horizontales et verticales. La conception très compacte de ce switch permettra une installation Snap-in (sans outil) dans des systèmes de conduite de câble 45 mm standard ou des boîtiers de sol sans support de montage spécial.

#### Support du mode ECO

Mode port EEE autonég. : Auto-négociation avec Energy Efficient Ethernet (EEE) conformément à IEEE802.3az

Support des modes d'économie d'énergie :

- Mode port ECO 10/100 : Auto-négociation, mais aucun lien 1 Gbit/s ne sera autorisé
- Mode Économie d'énergie ECO 10/100 : activation/désactivation programmée des ports Gigabit avec 10/100 Mbps
- Mode Température ECO 10/100 : activation du mode ECO commandée par la température, si la température du switch dépasse le seuil fixé
- Activation/désactivation programmée des ports Power over Ethernet

Une carte mémoire permet le stockage automatique de la dernière configuration complète du switch. La carte mémoire possède une adresse MAC propre, ce qui permet un remplacement aisé du système. La carte mémoire est proposée en option et ne peut être obligatoire pour le fonctionnement du switch. De plus, l'utilisation de la carte mémoire peut être désactivée par le logiciel, si nécessaire.

Le switch supporte le stockage non volatile des messages SYSLOG dans la mémoire flash, la gestion SNMPv3/SCP/SSHv2/Telnet/HTTP/HTTPS et un large panel de fonctions de sécurité, comprenant Radius/IEEE802.1X.

Le switch supporte aussi plusieurs protocoles de Redondance, Spanning Tree, Rapid Spanning Tree et Multiple-Spanning Tree (MSTP), pour une reprise très rapide du réseau.

#### Données techniques

- Fonctionne avec 48 V CC : 46-57 V CC via la borne à vis à 3 pôles (+) (-) (PE) convient pour des fils jusqu'à 2,5 mm<sup>2</sup>, alimentation du switch et PoE
- Consommation électrique (sans PoE) : max. 4.5 Watts (Avec EEE)  
/ max. 5.5 Watts (Sans EEE)
- Température ambiante (fonctionnement) : -0 °C à +45 °C
- Température de stockage (stockage) : -20 °C à +85 °C
- Montage : installation Snap-in sans outil (pas d'outil requis) dans des systèmes 45 mm standard
- Profondeur d'installation : max. 35 mm
- Dimensions (façade/carter) : 90 mm x 45 mm / 85 mm x 40 mm

La conception très compacte de ce switch permet une installation Snap-in (sans outil) dans des systèmes de conduite de câble 45 mm standard ou des boîtiers de sol sans supports de montage spécial.

- domaines flash séparés : update et attribution de configuration en toute sécurité en cas de coupure de courant inopportune sur le Switch FTTO
- dual-configuration management et dual-firmware management : corruption impossible en cas de coupure de courant inopportune sur le Switch FTTO
- Processus de Switching: non-blocking switching
- Capacité de Switching: 20 Gbit/s
- Débit de Switching: 14 Gbit/s
- Interface de configuration: connecteur console V.24, sur la face avant (couvert par la plaque indication LED)
- Contact d'entrée avec fonction d'alarme (pour connexion d'un contact sans potentiel) (seulement sur les versions 6 ports)
- Autres fonctionnalités:
  - Support des Jumbo-Frames (jusqu'à 10240 Bytes)
  - Capacité de mémorisation jusqu'à 8192 adresses MAC
  - Diagnostic des câbles à paires torsadées avec fonction TDR
  - Système d'avertissement précoce sur l'état des SFP.
  - Composants optiques avec caractéristiques industrielles (-40°C à +85°C)
  - Boîtier clos pour une meilleure protection ESD des composants

## 6.2. Switch FTTO avec 2x100/1000 SFP uplinks et 1x10/100/1000 TP Uplink

Le Switch FTTO est un commutateur 7 ports Gigabit Ethernet dont quatre interfaces utilisateurs RJ45 (10/100/1000 Mbit/s) en face avant conformes à la norme IEEE 802.3az (Energy Efficient Ethernet) et PoE+, 2 interfaces réseau Vario SFP Gigabit Ethernet/Fast Ethernet ainsi qu'une interface réseau supplémentaire 10/100/1000 Mbit/s RJ45, conforme à la norme IEEE 802.3az (Energy Efficient Ethernet) & POE+. Cette dernière interface permet la connexion d'applications métiers tels que points d'accès wi-fi, caméras...

- Interfaces utilisateurs: 5x 10/100/1000BASE-TX selon IEEE 802.3az Auto-Crossing, Auto-Negotiation et Auto-Polarity (configurable)
- Interfaces réseau:
  - 2x Interface pour SFP Fast Ethernet/Gigabit Ethernet, fonction monitoring du SFP avec seuils programmables (Syslog, SNMP-Traps etc.)
  - 1x Twisted Pair (RJ45) 10/100/100 Mbit/s selon IEEE 802.3az
- Power over Ethernet:
  - 5x Power over Ethernet selon IEEE 802.3at (Class 0-4) pour l'alimentation PoE de terminaux connectés aux ports twisted pair
  - Mode A (1-2, 3-6) / max. 25.5 W/port
  - Totale isolation galvanisée entre la tension POE et l'électronique du commutateur
  - sans limite de puissance globale, soit jusqu'à 150 Watts par switch.
  - Power over Ethernet Setup via Time Client

## 6.3. Switch FTTO avec 2x100/1000 SFP uplinks

Le Switch FTTO est un commutateur 6 ports Gigabit Ethernet dont quatre interfaces utilisateurs RJ45 (10/100/1000 Mbit/s) en face avant conformes à la norme IEEE 802.3az (Energy Efficient Ethernet) et PoE+, 2 interfaces réseau Vario SFP Gigabit Ethernet/Fast Ethernet.

- Interfaces utilisateurs: 4x 10/100/1000BASE-TX selon IEEE 802.3az Auto-Crossing, Auto-Negotiation et Auto-Polarity (configurable)
- Interfaces réseau: 2x Interface pour SFP Fast Ethernet/Gigabit Ethernet, fonction monitoring du SFP avec seuils programmables (Syslog, SNMP-Traps etc.)
- Power over Ethernet:
  - 4x Power over Ethernet selon IEEE 802.3at (Class 0-4) pour l'alimentation PoE de terminaux connectés aux ports twisted pair

- 
- Mode A (1-2, 3-6) / max. 25.5 W/port
  - Totale isolation galvanisée entre la tension POE et l'électronique du commutateur
  - sans limite de puissance globale, soit jusqu'à 120 Watts par switch.
  - Power over Ethernet Setup via Time Client

#### **6.4. Switch FTTO avec 1x100/1000 SFP uplink et 1x10/100/1000 TP uplink**

Le Switch FTTO est un commutateur 6 ports Gigabit Ethernet dont quatre interfaces utilisateurs RJ45 (10/100/1000 Mbit/s) en face avant conformes à la norme IEEE 802.3az (Energy Efficient Ethernet) et PoE+, 1 interface réseau Vario SFP Gigabit Ethernet/Fast Ethernet ainsi qu'une interface réseau supplémentaire 10/100/1000 Mbit/s RJ45, conforme à la norme IEEE 802.3az (Energy Efficient Ethernet).

- Interfaces utilisateurs: 4x 10/100/1000BASE-TX selon IEEE 802.3az Auto-Crossing, Auto-Negotiation et Auto-Polarity (configurable)
- Interfaces réseau:
  - 1x Interface pour SFP Fast Ethernet/Gigabit Ethernet, fonction monitoring du SFP avec seuils programmables (Syslog, SNMP-Traps etc.)
  - 1x Twisted Pair (RJ45) 10/100/100 Mbit/s selon IEEE 802.3az
- Power over Ethernet:
  - 4x Power over Ethernet selon IEEE 802.3at (Class 0-4) pour l'alimentation PoE de terminaux connectés aux ports twisted pair
  - Mode A (1-2, 3-6) / max. 25.5 W/port
  - Totale isolation galvanisée entre la tension POE et l'électronique du commutateur
  - sans limite de puissance globale, soit jusqu'à 120 Watts par switch.
  - Power over Ethernet Setup via Time Client

#### **6.5. Switch FTTO pour environnement MEDICAL**

FTTO Switch de norme IEC 60601-1, garantissant l'isolation jusqu'aux appareils médicaux.

- Switch 6 ports : 2 uplinks + 4x 10/100/1000 Mbit/s
- Alimentation à large champ d'entrée ; version 100 ... 240V AC (typ. 230V AC) et version 46...57V DC (typ. 48V DC)
- Ports TP avec isolation/protection de min. 4KV conforme à IEC / EN 60601 (2 MOPP)
- Caractéristiques et fonctionnalités identiques au Switch FTTO 6 ports ; manageable via NEXMAN

#### **6.6. Version durcie du Switch FTTO "IND"**

Pour les applications en environnements moins protégés, une version durcie du FTTO-Switch doit exister qui supporte des températures de **-25°C à +65 °C**.

#### **6.7. Caractéristiques du système d'exploitation (firmware)**

- Protocoles de redondance
  - STP - Spanning Tree Protocol
  - RSTP - Rapid Spanning Tree Protocol
  - MSTP - Multiple Spanning Tree Protocol
  - LACP - Link Aggregation Control Protocol
- Protocoles de découverte
  - LLDP (Link Layer Discovery Protocol) acc. to IEEE 802.1ab and
  - CDP (Cisco Discovery Protocol)
- Interopérabilité CISCO
  - SSHv2/Telnet Cisco Like Command Line Interface (peut être désactivée)
  - Les protocoles CDP et LLDP sont supportés

- 
- Transfert des VLANs voix vers les téléphones IP Cisco via les fonctions CDP et LLDP
  - Compatibilité avec la fonction Cisco Secure Access Control Server ACS
  - Assignation des VLAN ID par Cisco Secure ACS
  - Sécurité
    - Haut degré de protection contre les cyber-attaques (Protection contre DoS)
    - Support de DHCP Snooping
    - Chiffrement AES-256 des configurations sur la carte mémoire
    - La sécurité est configurable individuellement pour chaque port
    - Limitation du nombre d'adresses MAC autorisées (une, deux ou trois par port)
    - Configuration manuelle de jusqu'à trois adresses MAC autorisée
    - Configuration manuelle de jusqu'à trois adresses MAC fabricant par port
    - Apprentissage automatique de jusqu'à trois adresses MAC autorisées
    - Authentification RADIUS sur base MAC de jusqu'à 3 adresses MAC
    - Authentification selon IEEE 802.1X au travers d'un serveur RADIUS
    - Authentification selon IEEE 802.1X des téléphones VOIP et PC connectés derrière
    - Authentification multi-users selon IEEE 802.1X de jusqu'à 3 terminaux par port
    - Contournement de l'authentification IEEE 802.1X RADIUS MAC pour les utilisateurs qui ne supportent pas IEEE 802.1X
    - Les ports non autorisés seront déplacés vers un VLAN « Unsecure », « Guest » ou «IEEE 802.1X Failure- VLAN »
    - Déconnexion optionnelle de ports en cas de dépassement du nombre d'adresses MAC autorisées.
    - Fonctionnalité IEEE 802.1X Supplicant pour l'interface réseau uplink sélectionnable
    - Possibilité d'un comptage Radius des authentifications IEEE 802.1X et basées MAC
  - Autres fonctions de Management
    - Authentification du management via un serveur RADIUS (les mots de passe enregistrés dans le switch peuvent être désactivés)
    - Tous les paramètres de configuration et les requêtes d'état sont disponibles via SSHv2 / Commande Telnet (CLI)
    - Stockage de la totalité des configurations dans un fichier Batch CLI sur serveur TFTP
    - Chargement automatique des fichiers CLI de configurations via BootP
    - SCP -Secure Copy
    - Logbook interne
    - conforme à la spécification IPv6 forum de la phase 2 de base (Logo IPv6 Ready Gold)
    - Etat/Configuration du système
    - Gestion des configurations et des firmwares au travers d'un outil logiciel
    - Tables d'adresses MAC ; Séparées par VLAN / La même adresse MAC peut appartenir à plusieurs VLANs différents
    - 8192 adresses MAC au total ; Indication des adresses MAC par port.
    - Plage de validité des adresses MAC configurable entre 1 et 68 minutes
    - Support de la fonctionnalité VLAN / Trunking
    - Jusqu'à 256 VLAN's supportés
    - Priorisation configurable selon. IPv4, IPv6 et IEEE 802.1p
    - SNMP et SYSLOG:
      - SNMPv1 et SNMPv2
      - SNMPv3 avec authentification MD5/SHA et AES-128 Encryption
      - MIB-II, Interface -MIB, Etherlike-MIB, BRIDGE-MIB, RMON-MIB, Private-MIB
      - Huit Adresses IP de destination pour traps SNMP et messages SYSLOG
      - 22 types d'alarmes par destinataire
    - Contrôle/Authentification d'accès pour la supervision :
      - Liste d'accès avec 16 plages IP (déterminer les stations de management autorisées)
      - Liste d'accès pour accès à NEXMAN ou pour accès à tous les outils de management
      - Contrôle d'accès SNMP au travers de « Read- and Write-Community »
      - Authentification SSHv2/Telnet et NEXMAN au travers d'un serveur RADIUS
    - Interfaces Web, SSHv2 et Telnet peuvent être désactivées
    - Transmission périodique de « Packet Life » peut être activée
    - Fonction Gratuitous-ARP garantit l'accès au switch après un changement d'adresse IP
    - Compteur par port (27 ; pour paquets, bytes, unicasts, broadcasts, etc)
    - Surveillance de l'environnement (Température, tension interne, tension d'alim. POE)

---

Il est souhaitable que les micro commutateurs puisse accepter une carte SB ou tout autre support de stockage amovible afin de pouvoir mémoriser automatiquement le firmware actuel et, de façon cryptée (AES-256), la configuration la plus récente du switch.

## 7. Transceivers SFP

SFP signifie Small Form Factor Pluggable et consiste en un module Fibre Optique amovible. Les switches avec slot(s) pour SFP offrent ainsi une flexibilité d'adaptation aux diverses applications et lors de changements sur le réseau (nouveau type de FO ou migration vers débits plus élevés).

Les SFP répondent au « SFP MSA (Multi-Source Agreement) » et à SFF-8472 et remplissent les exigences Class I Laser Safety du standard international IEC-825.

### Caractéristiques

- versions Fast Ethernet et Gigabit Ethernet
- connecteurs LC Duplex ou LC simplex
- Hot-swap pluggable
- Conformes spécification SFP MSA et SFF-8472
- Large champ de température, -40°C à +85°C
- version singlemode jusqu'à 80km
- Digital diagnostic monitoring
- Possibilité de définir des seuils (Threshold values) et de lancer des alarmes
- Informations diagnostic dans EEPROM
- Informations produit détaillées dans EEPROM
- Class 1 or 2 Laser Safety Compliance

Les variantes suivantes doivent pouvoir être proposée :

- Pour les fibres multimode
  - 100FX - 1310 nm, pour un maximum de 2 km
  - 100SX - 850 nm, pour un maximum de 550 m à 1,25 Gbit/s (Gigabit Ethernet)
- Pour les fibres monomode
  - 1000LX - 1 310 nm, pour une distance jusqu'à 10 km
  - 1000LX - 1 310 nm, pour une distance jusqu'à 10 km
  - 1000EX - 1 310 nm, pour une distance jusqu'à 40 km
  - 1000ZX - 1 550 nm, pour une distance jusqu'à 80 km
  - 1000BX - 1 490 nm/1 310 nm, SFP gigabit bidirectionnel, ne nécessitant qu'un seul brin de fibre, avec un module BS-U à une extrémité et un module BS-D de l'autre pour respectivement la montée et la descente, pour une distance jusqu'à 10 km.

### Fonction DDM

Les SFP supportent aussi la fonction digital optical monitoring (DDM) selon SFF-8472 et le MSA. Elle permet à l'utilisateur de superviser en temps réel les paramètres du SFP.

## 8. Alimentations

Dans la version Power over Ethernet, pour le PoE défini par la norme IEEE 802.3at, la tension électrique à fournir est de l'ordre de 50V DC. Celle-ci est à acheminer au travers d'une alimentation 230V AC/ 54V DC parfaitement intégrée dans la goulotte et pouvant délivrer jusqu'à 70 Watts ou 130 Watts selon les versions.



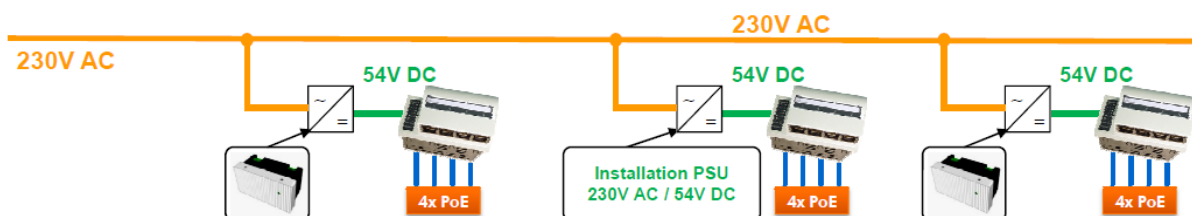
Il sera envisagé, dès le montage initial, la possibilité de migrer à terme vers une alimentation de plus grande puissance, en laissant un espace 45x45 en attente.



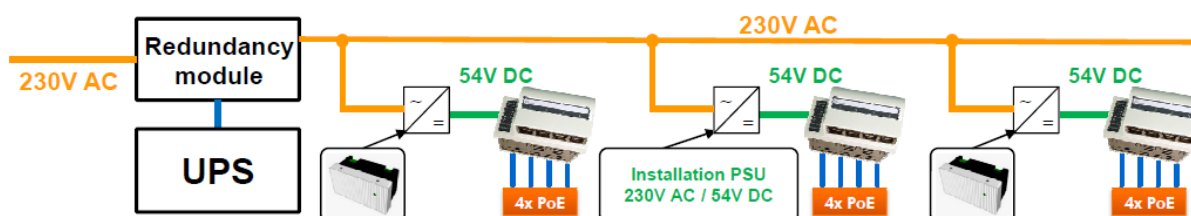
### Schémas du concept

La première règle est que la puissance (W) doit toujours être transmise avec la tension la plus élevée possible (V). Le concept d'alimentation locale est la meilleure approche en matière de flexibilité, évolutivité et d'efficacité énergétique.

En raison des distances relativement courtes entre les terminaux alimentés et la source d'alimentation, les pertes sont évitées. Lorsqu'un budget de puissance plus élevé est requis, par exemple plus de 70W par FTTO-Switch, on utilise une alimentation plus puissante, ex. 130W.



Il est possible d'envisager la mise en place d'un onduleur (UPS) pour gérer les microcoupures, prévenir les coupures électriques...



## **Caractéristiques**

Elle est ultra compacte, peu profonde et optimisée pour une meilleure dissipation calorifique (façade métallique). La LED en façade donne une indication rapide sur son état.

- Profondeur: 33 mm (idéal pour les boîtiers de sol et espaces confinés)
- Vrai format: 45 x 45 (compatible aux systèmes Legrand, Schneider, OBO, HAGER,...)
- Température ambiante (opération): 0° C à + 45° C (derating à partir de + 50° C)
- Voltage en entrée: 110-240V AC / 50Hz / 60Hz
- Voltage en sortie: 54V DC / 1.24A (70W) ou 2.4A (130W) (selon IEEE 802.3af et at)
- Protection Electrique: protection court-circuit, protection sur-tension et sur-intensité
- Connexion Primaire: bornier 3 broches, embase incl., pour fils de max. 1,5 mm<sup>2</sup>
- Connexion Secondaire: bornier 3 broches, embase incl., pour fils de max. 1,5 mm<sup>2</sup>
- Puissance en sortie: 70W ou 130W
- Montage: sans outil, click-in
- Couleur façade: blanc, RAL9010

## **Accessoires**

Les câbles d'énergie des Switches FTTO (versions 230V AC) et des alimentations (versions PoE) peuvent, à la demande, être équipés de connecteurs électriques enfichables de type Wago, Wieland ou autres. Cette option est intéressante pour une installation rapide et particulièrement avantageuse pour une maintenance simplifiée.

---

## 9. Logiciel de Management

La plate-forme de management des switches FTTO doit permettre de configurer, superviser et administrer simplement et rapidement tous les switches se trouvant sur le réseau.

### Fonction Auto discovery

Via l'Autodiscovery de niveau 2, tous les switches du réseau se trouvant sur le même segment ou dans le même VLAN que le PC de Management sont détectés. L'Autodiscovery de niveau 3 permet de détecter au-delà des routeurs.

### Principales caractéristiques

- Auto discovery rapide Layer-2 et configuration de base aisée des switches du même segment
- Auto discovery Layer-3 via 3 domaines d'adresses IP configurables à gré pour les switches derrière des routeurs
- Polling constant des switches et actualisation de la Device-List; couleurs différentes pour signaler tout changement
- Les switches en statut d'alarme sont automatiquement remontés en haut de liste
- Mise à jour de firmware pour un ou plusieurs switches en même temps
- Programmer les mises à jour sur les nuits ou weekends
- Outil de mise à jour automatique de firmware
- Lecture/Ecriture des configurations via SCP ou TFTP
- Lecture/Ecriture des configurations protégées par login et mot de passe
- Téléchargement automatique des configurations pour un ou plusieurs switches
- Sauvegarde des configurations dans une base de données sur le PC ou sur un serveur central
- Fonction „History“ pour archiver les vieilles configurations
- 3 onglets de statut pour affichage Online de toutes les informations de statut des switches
- Remise à 0 des compteurs d'erreurs et statistiques pour un ou plusieurs switches
- Définition de répertoires distincts pour sauvegarder les Device-Lists, bases de données, configurations-maîtres et Firmwares
- Lister les switches par groupes (création d'une nouvelle Device-List par groupe)
- Créer plusieurs configurations-maîtres et les diffuser sur un ou plusieurs switches
- Chaque configuration-maître peut comprendre différents paramètres
- Informations détaillées sur les updates et historiques dans une fenêtre Log
- Informations contenues dans les fenêtres Log consultables ultérieurement
- Tri des Device-List par adresses IP, MAC, noms, lieux, alarmes, etc
- Import des Device-Lists de NSCM ou Excel vers fichiers CSV
- Accès à Telnet ou WEB via un simple clic droit sur la Device-List ou le Device-Editor
- Communication sécurisée via SNMPv3
- Fonction Server/ Client
- Miroir de la base de données (SQL Server) augmente la disponibilité de la base et la protection des données
- Meilleure disponibilité de la base de données opérationnelle pendant les mises à jour
- Attribution de niveau d'accès et de Device-List :
  - créer/gérer/modifier aisément les créidentiels
  - Assigner différents rôles et listes de Switches par utilisateur

---

## 10. Test

Le fabricant du système de câble fournira des procédures de test de fibres optiques qui décrivent clairement les outils et paramètres à utiliser pour garantir des mesures correctes du système.

### 10.1. Test de fibres verticales

Pour éviter toute contamination et tout endommagement potentiel des extrémités des fibres optiques et/ou du matériel de connexion du fait de l'accumulation de charge statique pendant le transport, la procédures de nettoyage recommandée par le fabricant sera appliquée (conformément à la norme ISO 62627 – méthodes de nettoyage de connecteur fibre optique) avant de réaliser toute connexion à tout connecteur fibre.

La procédure de test devra respecter les normes ISO/IEC 14763-3:2006/A1:2009 et IEC 61280-4-1:Ed.3 et être conforme au document 'Procédure de test sur le terrain' devant être fourni par le fabricant.

La norme ISO/IEC 14763 spécifie l'implémentation et le fonctionnement du câblage dans les réseaux d'utilisateurs.

La partie 3 de ce document ISO (14763-3) détaille les procédures de test pour un système de câblage fibre optique conçu conformément à ISO/IEC 11801: 2017 et installé selon les recommandations d'ISO/IEC 14763-2 (Planification et installation du câblage dans les réseaux d'utilisateurs).

Pour les fibres multimodes, la procédure de test est basée sur l'utilisation de la "méthode de référence à une jarretière" spécifiée par la Méthode 2 de l'IEC 61280-4-1. Cette procédure est utilisée pour tester des liens pour lesquels la perte du connecteur représente une partie importante de l'atténuation totale du lien. C'est le cas des liens dans les réseaux de transmission de données.

Pour les fibres monomodes, la procédure de test à appliquer est la même. Elle est basée sur l'utilisation de la "méthode de référence à une jarretière" spécifiée par la Méthode 1a de l'IEC 61280-4-2.

Les tests de fibre optique s'appliquent aux liens et excluent les cordons d'équipement et du poste de travail. Le test d'atténuation OF est utilisé pour vérifier la performance initiale du lien installé.

100 % des liens OF installés doivent être testés et passer avec succès les critères d'acceptation.

L'atténuation du lien est mesurée avec la méthode de la perte d'insertion. Cette méthode utilise une source optique et un photomètre optique pour comparer la différence entre deux niveaux de puissance optique.

Pour réaliser le test de liens fibre optique multimode avec un photomètre et une source lumineuse, cet appareil de mesure doit être capable de fonctionner à

- 850 nm et 1300 nm pour des fibres multimodes (OM3, OM4 & OM5)
- 1310 nm et 1550 nm pour des fibres monomodes (OS2)

La conformité au flux inscrit (EF) doit être assurée par l'utilisation d'un contrôleur modal qui peut soit être intégré dans l'équipement de test (source lumineuse), soit être un équipement externe. Si un tel équipement n'est pas disponible, des mandrins pour fibre seront utilisés pour atteindre l'équilibre de modes. (Se référer à la procédure de test du fabricant).

Le scénario de test avec un équipement OTDR sera l'un des suivants pour chaque lien :

- Unidirectionnel à 850 nm et à 1300 nm pour des fibres multimodes
- Unidirectionnel à 1310 nm et à 1550 nm pour des fibres monomodes

L'utilisation de bobines d'injection et de réception est requise. (Se référer à la procédure de test du fabricant)

L'utilisation d'un équipement de certification est recommandée. Ces appareils sont capables de produire un rapport qui consigne la date et l'heure du test, l'identification du lien testé, la longueur du lien, l'atténuation aux deux longueurs d'onde testée et l'atténuation acceptable du lien. Le rapport indiquera également dans quelle direction le test a été réalisé.

Lors d'un test avec un photomètre et source lumineuse basiques, l'opérateur rédigera un rapport dans lequel seront consignées

- la date et l'heure du test,
- l'identification du lien testé,
- la longueur du lien et l'atténuation aux longueurs d'onde testées.
- Le rapport indiquera également dans quelle direction le test a été réalisé.
- Atténuation acceptable du lien (à calculer)

L'atténuation mesurée des liens devra être inférieure à l'atténuation acceptable du lien calculée.

---

L'équipement de test doit être étalonné tous les ans par le fabricant et la copie du certificat d'étalonnage doit être fournie avec la demande de garantie.

## **11. Procédures**

### **11.1. Guide d'installation**

Tous les composants doivent être installés conformément aux procédures spécifiées par leur fabricant. Pendant toute la période d'installation, l'installateur doit mettre un Guide d'installation à la disposition du client, afin qu'il puisse vérifier la conformité de l'installation avec les directives du fabricant.

### **11.2. Protection incendie**

L'installateur doit suivre scrupuleusement les réglementations locales relatives à la protection incendie. L'intégrité des parois coupe-feu doit être conservée ou restaurée.

### **11.3. Mise à la terre**

Pour la mise à la terre de tous les produits proposés, l'installateur doit suivre scrupuleusement les recommandations du fournisseur à cet égard, conformément aux réglementations locales. La procédure de mise à la terre applicable doit être mise à disposition par le fournisseur dans un document officiel.

## **12. Gestion du projet**

### **12.1. Conception du projet et marquage**

Le soumissionnaire commencera par réaliser une visite du site. Cela lui permettra de proposer une solution clé en main complète sans coût supplémentaire pour du travail non prévu. Le cas échéant, l'installateur essaiera d'utiliser autant que possible l'infrastructure existante. S'il manque des supports ou des chemins de câbles, alors le soumissionnaire devra évaluer les quantités nécessaires, ainsi que leur prix et rédiger une description détaillée de son offre.

Pour garantir la transparence de l'installation et permettre l'entretien du système de câblage structuré, le soumissionnaire doit développer un plan de numérotation et de marquage en accord avec le client ou son représentant, afin d'identifier tous les composants sans ambiguïté. Après la réception temporaire du projet, tous les agencements des armoires et les dessins du bâtiment seront finalisés en référence à ce plan de numérotation.

### **12.2. Gestion de projet**

Pendant la durée complète du projet, le soumissionnaire nommera un Chef de projet, qui travaillera en son nom. Il sera le seul point de contact pour garantir une bonne coordination.

Pour un projet d'une durée estimée à plus de 2 semaines, le soumissionnaire nommera un Responsable de site, qui sera présent en permanence sur le site au nom du soumissionnaire. Le Responsable de site rendra compte au Chef de projet, afin de garantir l'exactitude des informations communiquées, dès le début du projet et jusqu'à la remise finale du réseau au client.

## 13. Garantie

Les garanties sous-système cuivre et fibre suivantes s'appliquent à la fois aux produits standard ET intelligents.

Les cordons de brassage cuivre et fibres sont considérés comme des éléments remplaçables et à ce titre, ils sont spécifiquement exclus de la garantie produit 25 ans, du fait d'une usure normale pouvant se produire

### 13.1. Sous-système Fibre

#### 13.1.1. Sous-système OM3

Le fabricant doit garantir à l'utilisateur final que les produits référencés dans les Modules de Garantie spécifiques (système fibre OM3), lorsqu'ils sont installés conformément aux directives d'installation :

- ne comporteront aucun défaut de matériau ni de fabrication
- supportent toutes les applications actuelles ou futures dont la prise en charge par les fibres est prévue dans la norme IEC 60793-2-10 A1a.2b

Les systèmes fibre sont garantis pour une période de 25 ans.

Les distances garanties varient en fonction du nombre de connexions et respecteront le tableau suivant :

| Ethernet distances |                                    |      |      |      |                                              |      |      |      |
|--------------------|------------------------------------|------|------|------|----------------------------------------------|------|------|------|
| Applications       | Pre-Terminated ST/SC/LC Assemblies |      |      |      | Direct termination or splicing with ST/SC/LC |      |      |      |
| # Connections      | 2                                  | 4    | 6    | 8    | 2                                            | 4    | 6    | 8    |
| 1GBase-SX          | 940m                               | 930m | 920m | 900m | 900m                                         | 860m | 800m | 750m |
| 10GBase-SR         | 350m                               | 350m | 340m | 330m | 340m                                         | 320m | 300m | 280m |
| 25GBase-SR         | 85m                                | 80m  | 80m  | 75m  | 75m                                          | 70m  | 60m  | 50m  |
| 40G BiDi           | 130m                               | 125m | 120m | 115m | 115m                                         | 110m | 100m | 90m  |

| Fibre Channel Distances     |                                    |       |       |       |                                              |      |      |      |
|-----------------------------|------------------------------------|-------|-------|-------|----------------------------------------------|------|------|------|
| Applications                | Pre-Terminated ST/SC/LC Assemblies |       |       |       | Direct termination or splicing with ST/SC/LC |      |      |      |
| # Connections               | 2                                  | 4     | 6     | 8     | 2                                            | 4    | 6    | 8    |
| 1GFC (PI-4 100-M5E-SN-I)    | 1200m                              | 1180m | 1140m | 1100m | 1100m                                        | 940m | 800m | 700m |
| 2GFC (PI-4 200-M5E-SN-I)    | 700m                               | 680m  | 660m  | 640m  | 640m                                         | 540m | 440m | 350m |
| 4GFC (PI-5 400-M5E-SN-I)    | 440m                               | 435m  | 430m  | 420m  | 420m                                         | 380m | 340m | 300m |
| 8GFC (PI-5 800-M5E-SN-I)    | 200m                               | 195m  | 185m  | 180m  | 180m                                         | 150m | 125m | 100m |
| 16GFC (PI-5 1600-M5E-SN-I)  | 135m                               | 130m  | 125m  | 120m  | 120m                                         | 95m  | 70m  | 40m  |
| 32GFC (PI-6 3200-M5E-SN-I)  | 85m                                | 85m   | 80m   | 75m   | 75m                                          | 65m  | 50m  | 35m  |
| 10GFC (10GFC 1200-M5E-SN-I) | 350m                               | 350m  | 340m  | 330m  | 340m                                         | 320m | 300m | 280m |

Tous les composants, y compris les cordons de brassage et pigtails, doivent être produits par le même fabricant de système de câblage pour assurer que les performances et distances des applications garanties respectent les normes.

#### 13.1.2. Sous-système OM4

Le fabricant doit garantir à l'utilisateur final que les produits référencés dans les Modules de Garantie spécifiques (système fibre OM4), lorsqu'ils sont installés conformément aux directives d'installation :

- ne comporteront aucun défaut de matériau ni de fabrication
- supportent toutes les applications actuelles ou futures dont la prise en charge par les fibres est prévue dans la norme IEC 60793-2-10 A1a.3b

Les systèmes fibre sont garantis pour une période de 25 ans.

Les distances garanties varient en fonction du nombre de connexions et respecteront le tableau suivant :

| Ethernet distances |                                    |      |      |      |                                              |      |      |      |
|--------------------|------------------------------------|------|------|------|----------------------------------------------|------|------|------|
| Applications       | Pre-Terminated ST/SC/LC Assemblies |      |      |      | Direct termination or splicing with ST/SC/LC |      |      |      |
| # Connections      | 2                                  | 4    | 6    | 8    | 2                                            | 4    | 6    | 8    |
| 1GBase-SX          | 970m                               | 960m | 940m | 930m | 930m                                         | 880m | 820m | 780m |
| 10GBase-SR         | 550m                               | 540m | 530m | 520m | 520m                                         | 490m | 460m | 440m |
| 25GBase-SR         | 120m                               | 115m | 110m | 105m | 105m                                         | 90m  | 70m  | 50m  |
| 40G BiDi           | 155m                               | 150m | 145m | 140m | 145m                                         | 140m | 125m | 115m |

| Fibre Channel Distances     |                                    |       |       |       |                                              |       |      |      |
|-----------------------------|------------------------------------|-------|-------|-------|----------------------------------------------|-------|------|------|
| Applications                | Pre-Terminated ST/SC/LC Assemblies |       |       |       | Direct termination or splicing with ST/SC/LC |       |      |      |
| # Connections               | 2                                  | 4     | 6     | 8     | 2                                            | 4     | 6    | 8    |
| 1GFC (PI-4 100-M5F-SN-I)    | 1250m                              | 1230m | 1200m | 1150m | 1140m                                        | 1000m | 800m | 700m |
| 2GFC (PI-4 200-M5F-SN-I)    | 750m                               | 740m  | 720m  | 680m  | 680m                                         | 560m  | 460m | 360m |
| 4GFC (PI-5 400-M5F-SN-I)    | 500m                               | 490m  | 480m  | 470m  | 470m                                         | 420m  | 370m | 330m |
| 8GFC (PI-5 800-M5F-SN-I)    | 250m                               | 245m  | 225m  | 220m  | 220m                                         | 190m  | 160m | 130m |
| 16GFC (PI-5 1600-M5F-SN-I)  | 165m                               | 160m  | 155m  | 150m  | 150m                                         | 125m  | 95m  | 50m  |
| 32GFC (PI-6 3200-M5F-SN-I)  | 120m                               | 115m  | 110m  | 100m  | 100m                                         | 90m   | 70m  | 50m  |
| 10GFC (10GFC 1200-M5F-SN-I) | 550m                               | 540m  | 530m  | 520m  | 520m                                         | 490m  | 460m | 440m |

Tous les composants, y compris les cordons de brassage et pigtaills, doivent être produits par le même fabricant de système de câblage pour assurer que les performances et distances des applications garanties respectent les normes.

### 13.1.3. Sous-système OM5

Le fabricant doit garantir à l'utilisateur final que les produits référencés dans les Modules de Garantie spécifiques (système fibre OM5), lorsqu'ils sont installés conformément aux directives d'installation :

- ne comporteront aucun défaut de matériau ni de fabrication
- supportent toutes les applications actuelles ou futures dont la prise en charge par les fibres est prévue dans la norme IEC 60793-2-10 A1a.4

Les systèmes fibre sont garantis pour une période de 25 ans.

Les distances garanties varient en fonction du nombre de connexions et respecteront le tableau suivant :

| Ethernet distances |                                    |      |      |      |                                              |      |      |      |
|--------------------|------------------------------------|------|------|------|----------------------------------------------|------|------|------|
| Applications       | Pre-Terminated ST/SC/LC Assemblies |      |      |      | Direct termination or splicing with ST/SC/LC |      |      |      |
| # Connections      | 2                                  | 4    | 6    | 8    | 2                                            | 4    | 6    | 8    |
| 1GBase-SX          | 970m                               | 960m | 940m | 930m | 930m                                         | 880m | 820m | 780m |
| 10GBase-SR         | 550m                               | 540m | 530m | 520m | 520m                                         | 490m | 460m | 440m |
| 25GBase-SR         | 120m                               | 115m | 110m | 105m | 105m                                         | 90m  | 70m  | 50m  |
| 40G BiDi           | 155m                               | 150m | 145m | 140m | 145m                                         | 140m | 125m | 115m |

| Fibre Channel Distances     |                                    |       |       |       |                                              |       |      |      |
|-----------------------------|------------------------------------|-------|-------|-------|----------------------------------------------|-------|------|------|
| Applications                | Pre-Terminated ST/SC/LC Assemblies |       |       |       | Direct termination or splicing with ST/SC/LC |       |      |      |
| # Connections               | 2                                  | 4     | 6     | 8     | 2                                            | 4     | 6    | 8    |
| 1GFC (PI-4 100-M5F-SN-I)    | 1250m                              | 1230m | 1200m | 1150m | 1140m                                        | 1000m | 800m | 700m |
| 2GFC (PI-4 200-M5F-SN-I)    | 750m                               | 740m  | 720m  | 680m  | 680m                                         | 560m  | 460m | 360m |
| 4GFC (PI-5 400-M5F-SN-I)    | 500m                               | 490m  | 480m  | 470m  | 470m                                         | 420m  | 370m | 330m |
| 8GFC (PI-5 800-M5F-SN-I)    | 250m                               | 245m  | 225m  | 220m  | 220m                                         | 190m  | 160m | 130m |
| 16GFC (PI-5 1600-M5F-SN-I)  | 165m                               | 160m  | 155m  | 150m  | 150m                                         | 125m  | 95m  | 50m  |
| 32GFC (PI-6 3200-5MF-SN-I)  | 120m                               | 115m  | 110m  | 100m  | 100m                                         | 90m   | 70m  | 50m  |
| 10GFC (10GFC 1200-M5F-SN-I) | 550m                               | 540m  | 530m  | 520m  | 520m                                         | 490m  | 460m | 440m |

Tous les composants, y compris les cordons de brassage et pigtails, doivent être produits par le même fabricant de système de câblage pour assurer que les performances et distances des applications garanties respectent les normes.

#### 13.1.4. Sous-système OS2

Le fabricant doit garantir à l'utilisateur final que les produits référencés dans les Modules de Garantie spécifiques (système fibre OS2), lorsqu'ils sont installés conformément aux directives d'installation :

- ne comporteront aucun défaut de matériau ni de fabrication
- supportent toutes les applications actuelles ou futures dont la prise en charge par les fibres Monomode G657-A1 est prévue

Les systèmes fibre sont garantis pour une période de 25 ans.

Les distances garanties varient en fonction du nombre de connexions et respecteront le tableau suivant :

| LANmark-OF SM / Direct Termination, Splicing and Pre-Terminated* |               |               |               |               |               |
|------------------------------------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Applications                                                     | 2 connections | 3 connections | 4 connections | 5 connections | 6 connections |
| 100 Base-SX                                                      | 2000          | -             | -             | -             | -             |
| 1GBase-LX                                                        | 5000          | 4900          | 4500          | 4000          | 3500          |
| 10GBase-LR                                                       | 10 000        | 9000          | 7500          | 6000          | 4500          |
| 10GBase-LW                                                       | 10 000        | 9000          | 7500          | 6000          | 4500          |
| 10GBase-LX4                                                      | 10 000        | 8500          | 6750          | 5250          | 3500          |
| 4Gbit-FC (PI-5 400-SM-LC-L)                                      | 10 000        | 10 000        | 7500          | 6000          | 4000          |
| 8Gbit-FC (PI-5 800-SM-LC-L)                                      | 10 000        | 10 000        | 7500          | 6000          | 4000          |
| 10GBase-FC (1200-SM-LC-L)                                        | 10 000        | 9000          | 7500          | 6000          | 4500          |
| 10GBase-FC (1200-SM-LC4-L)                                       | 10 000        | 8500          | 6750          | 5250          | 3500          |
| 16Gbit-FC (PI-5 1600-SM-LC-L)                                    | 10 000        | 10 000        | 7500          | 6000          | 4000          |
| 40Gbase-LR4                                                      | 10 000        | 10 000        | 9000          | 7000          | 5000          |
| 100Gbase-LR4                                                     | 10 000        | 10 000        | 8000          | 6000          | 4000          |

\* with one splice every 2 km between 2 connections if required.

Tous les composants, y compris les cordons de brassage et pigtails, doivent être produits par le même fabricant de système de câblage pour assurer que les performances et distances des applications garanties respectent les normes.

---

## 14. Documentation

Afin de valider la solution et le matériel proposés, les documents suivants doivent au moins être fournis :

- Fiches techniques des composants proposés
- Tableau avec les valeurs garanties pour les câbles à paires torsadées proposés
- Conditions de garantie détaillées
- Certificat Installateur agréé/certifié délivré par le fabricant
- Plan d'exécution avec les dates de début et de fin de projet prévues
- Plan résumé du concept de rocade et des agencements des armoires qui ont été soumis à l'accord du client