



# GUIDE DE CABLAGE OPTIQUE



|    | Page  |    |
|----|---|----|
| 1  | Préambule                                     | 1  |
| 2  | Introduction                                  | 2  |
| 3  | Architecture générale                         | 3  |
| 4  | Concepts d'ingénierie et produits associés    | 5  |
| 5  | Caractéristiques des composants mis en oeuvre | 15 |
| 6  | Règles de mise en oeuvre                      | 25 |
| 7  | Règles de contrôle                            | 31 |
| 8  | Exploitation et applications                  | 37 |
| 9  | Normalisation                                 | 42 |
| 10 | Bibliographie                                 | 46 |

Tous droits de reproduction réservés sans autorisation.

Association Loi 1901, créée en 1993, le Cercle C.R.E.D.O s'est donné pour vocation de promouvoir le rôle et l'utilisation de la fibre optique dans le domaine des Infrastructures et Applications des Télécommunications et Réseaux. Cette première action est orientée notamment vers l'utilisation de la fibre dans les infrastructures de câblage d'entreprise.

Les travaux du Cercle s'appuient sur l'expertise technique de ses membres qui mettent en commun leurs expériences et savoir-faire spécifiques. Organisation interprofessionnelle, il réunit l'ensemble des acteurs impliqués dans le cycle de vie d'un câblage :

- Donneurs d'ordre et Utilisateurs exploitants,
- Opérateurs,
- Industriels
- Prescripteurs et Cabinets d'Ingénierie,
- Formateurs,
- Installateurs.

C.R.E.D.O est structuré autour de commissions techniques spécialisées (câble, connectique, mesure, applications, standards, ingénierie, formation, réseaux étendus) qui réunissent des spécialistes du domaine en association avec les différentes parties concernées et éditent des recommandations et spécifications dans leur domaine.

C.R.E.D.O représente aujourd'hui une force d'expertise spécifique au service de ses adhérents et plus généralement de la technologie fibre optique.

L'objectif de C.R.E.D.O est le développement de recommandations concernant l'utilisation de la technologie optique. Sa démarche se veut globale et prend en compte non seulement des choix de composants, mais aussi les règles d'ingénierie et d'installation associées, les règles de contrôle (mesure), les applications et le niveau de qualification des prestataires.

Dans un domaine en perpétuel progrès, les choix de produits et technologies ne peuvent pas, bien sûr, être exclusifs et définitifs. Les choix et solutions proposés constituent néanmoins un ensemble cohérent, mature et accessible pour l'ensemble des catégories professionnelles. Cet ensemble permet dès aujourd'hui de « penser » et « offrir » des solutions de câblage « tout optique ».

Les membres du C.R.E.D.O ont jugé nécessaire de créer un document facile à consulter, regroupant l'ensemble des points pouvant représenter une aide à la décision pour tout ce qui concerne les domaines de la fibre optique.

La présentation ainsi que son contenu, qui est le fruit du travail des membres du Cercle, doivent également permettre à tous: industriels, installateurs et utilisateurs, de trouver les réponses aux questions qu'ils sont amenés à se poser.

Le système décrit adresse l'état de l'art des Infrastructures de Réseaux Locaux d'Entreprise, dans les câblages d'immeuble.

D'un périmètre limité à quelques kilomètres, il met en oeuvre, à ce titre, un ensemble de technologies et produits éprouvés, matures et accessibles à l'ensemble des professionnels du domaine :

câbles de capacité moyenne, jusqu'à 36 fibres,  
répartiteurs de capacité moyenne, jusqu'à 500 fibres.

Il constitue une première étape qui sera complétée ultérieurement par des préconisations concernant des systèmes de grande capacité (câbles jusqu'à 1000 fibres).

Basé en premier lieu sur l'utilisation de la fibre multimode, qui constitue le support privilégié pour les applications des réseaux informatiques courte distance existants, il préserve l'avenir et la pérennité des installations en préconisant la mise en place de systèmes mixtes, multimodes et monomodes.

Il permet le raccordement de tous les réseaux et services actuels et futurs jusqu'à des fréquences de plusieurs GHz ou des débits de plusieurs Gbit/s. Il permet de prendre en compte notamment:

Les services de télécommunication publics ou privés :

téléphonie, multiplex (2Mbit/s, 8Mbit/s 34Mbit/s, 140Mbit/s, etc ), SDH, ATM.

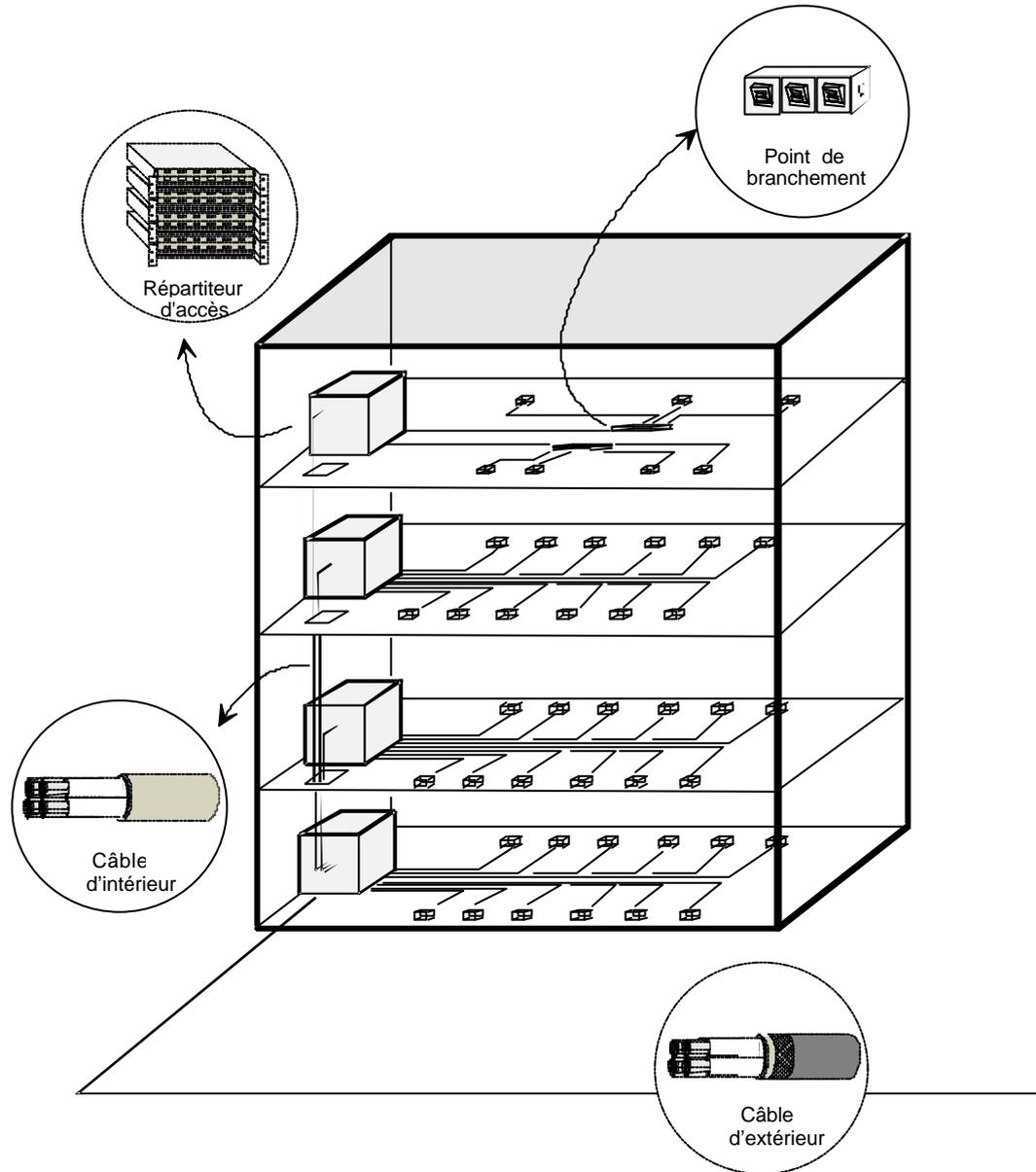
Les services informatiques :

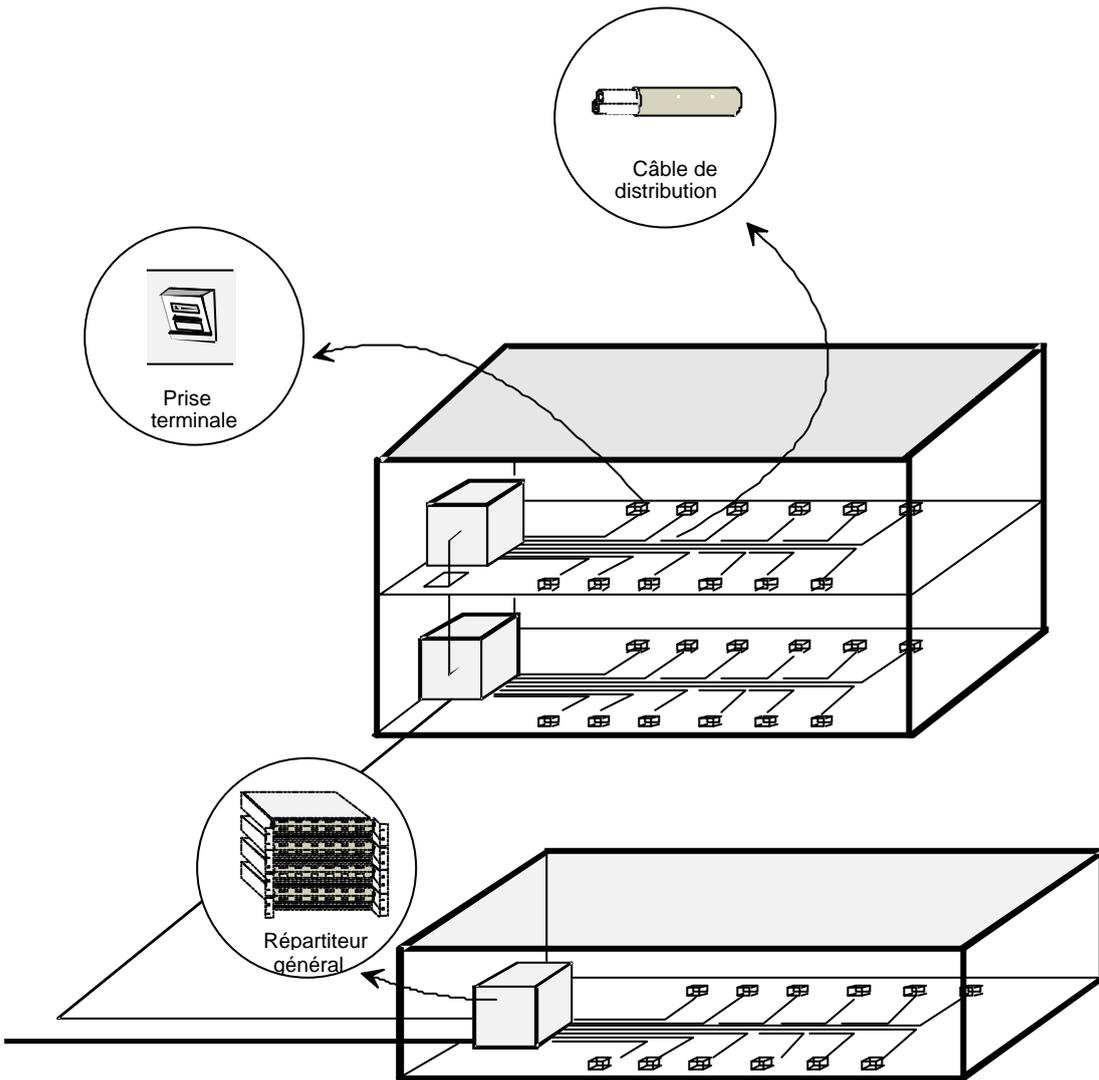
liaisons téléinformatiques, Réseaux locaux ISO 8802.3 10BASE F, 8802.5 TOKEN RING, ANSI X3T9.5 FDDI, ATM, 100BASE FX.

Les services de distribution et transport vidéo :

images analogiques en bande de base et multiplexées, images numérisées.

Ce guide n'a pas la prétention, bien sûr, d'être exhaustif. Sa vocation est de s'enrichir au fil du travail des ateliers de réflexion, des expériences réalisées par les utilisateurs, et de l'évolution des technologies et des normes.



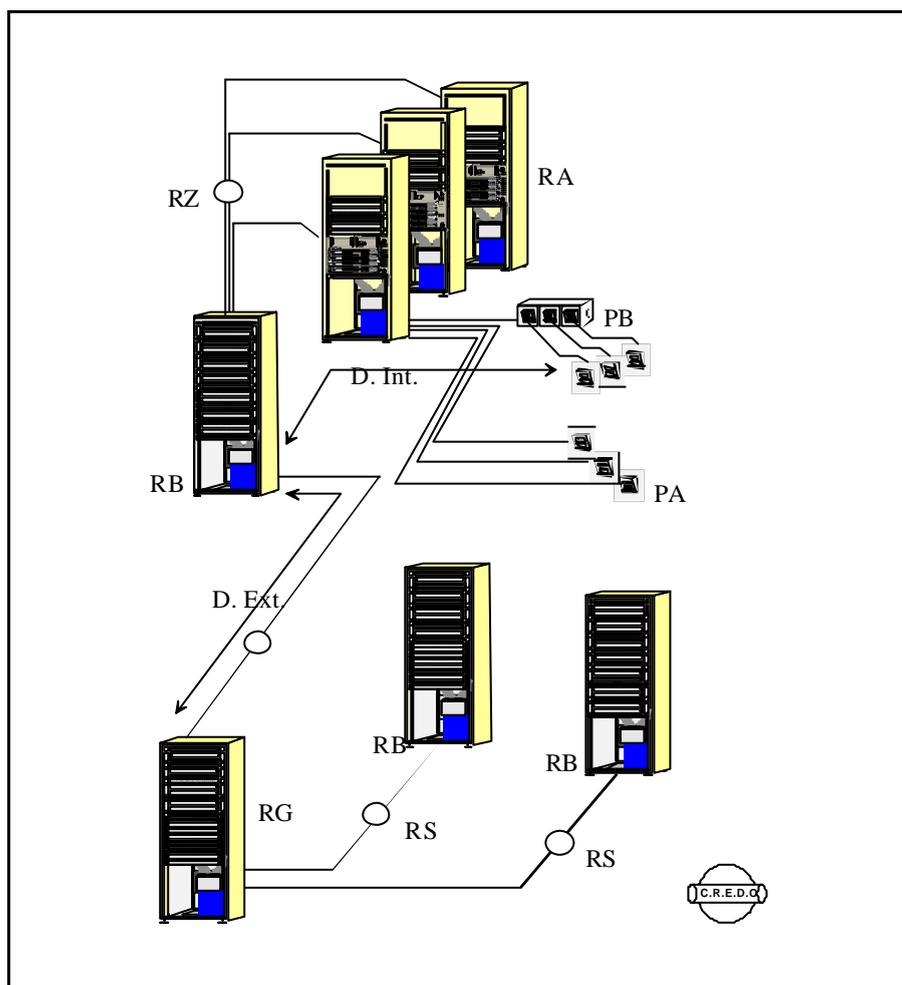


# 4 - CONCEPTS D'INGENIERIE PRODUITS ASSOCIES



## 4.1 PRINCIPES D'ARCHITECTURE

L'architecture repose sur une distribution arborescente en étoile, qui relie le Répartiteur Général (RG) aux Points d'Accès (PA), par l'intermédiaire des Répartiteurs de Bâtiments (RB), des Répartiteurs d'Accès (RA) et des Points de Branchement (PB) éventuels :



### 4.1.1 DISTRIBUTION INTERIEURE

Dans les étages, les points d'accès sont fédérés autour de (RA) en direct ou au travers de points de branchement. Dans le cas d'un raccord sur point de branchement, l'installation terminale s'effectue par post-câblage.

Les différents (RA) sont ensuite interconnectés sur un (RB). Dans les installations complexes, cette liaison peut s'effectuer au travers d'un point de passage supplémentaire (RZ) où les fibres subiront une opération d'épissurage.

Pour les besoins de configuration de liens de proximité, et de sécurisation, des liens entre (RA) peuvent également exister.

#### 4.1.2 DISTRIBUTION EXTÉRIEURE

Les Répartiteurs de bâtiments sont fédérés sur le (RG). Dans les installations complexes, cette liaison peut s'effectuer au travers d'un point de passage supplémentaire (RS) où les fibres subiront une opération d'épissurage.

Des liens de proximité pourront exister entre (RB) pour mailler l'infrastructure et la rendre globalement plus fiable.

#### 4.1.3 ENVERGURE DE LA DISTRIBUTION

Une distance globale maximale (D. Int.) de 500 m peut être mise en oeuvre dans la distribution intérieure.

Une distance globale maximale (D. Ext.) de 2000 m pourra être déployée sur fibre multimode. Au delà de cette distance, la couverture extérieure devra être assurée sur fibre monomode.

## 4.2 RÈGLES DE CONCEPTION

### 4.2.1 NATURE ET DIMENSIONNEMENT DES LIAISONS

La distribution optique prend en compte plusieurs types de liaisons :

Des liaisons extérieures par câbles multifibres entre répartiteurs (RG - RB).

Des liaisons intérieures par câbles multifibres entre répartiteurs (RB - RA).

Des liaisons intérieures par câbles multifibres entre répartiteurs d'accès et points de branchement (RA - PB).

Des liaisons intérieures par câbles de distribution entre répartiteurs d'accès et points d'accès ou point de branchement et point d'accès (RA - PA ou PB - PA).

| Domaine   | Liaisons    | Type de liaison   |
|-----------|-------------|---|
| Extérieur | multifibres | répartiteur - répartiteur (RG - RB)   |
| Intérieur | multifibres | répartiteur - répartiteur (RB - RA)   |
|           | multifibres | répartiteur d'accès - Point de branchement (RA - PB)  |
|           | bifibres    | répartiteur d'accès - point d'accès (RA - PA) ou point de branchement - point d'accès (PB - PA) |

Les câbles multifibres sont organisés en modules et présentent les modularités 6, 12, 18, 24, 36 fibres. Chaque module est composé de 6 fibres qui peuvent être soit multimodes soit monomodes.

Bien que les applications de réseaux informatiques courtes distances existantes soient en majorité définies pour de la fibre multimode, il est primordial de préserver l'avenir et la pérennité des installations en prévoyant la mise en place de liaisons mixtes, multimodes et monomodes, dans tous les domaines de l'infrastructure.

La technologie monomode permet de supporter les applications télécom à très haut débit , mais aussi les applications de multiplex vidéo.

Le nombre des fibres ne doit pas être sous dimensionné à la conception de l'installation. Chaque liaison d'application consommera deux fibres. La structuration des réseaux et le développement des technologies et infrastructures de réseaux commutés militent pour la mise en place d'architectures massivement fibrées.

| Domaine   | Liaisons    | Localisation  | Modularité conseillée | Organisation                | Modularité minimale | Organisation                |
|-----------|-------------|---|-----------------------|-----------------------------|---------------------|-----------------------------|
| Extérieur | multifibres | répartiteur - répartiteur   | 36 fo                 | 30 multimodes + 6 monomodes | 24 fo               | 18 multimodes + 6 monomodes |
| Intérieur | multifibres | répartiteur - répartiteur   | 36 fo                 | 30 multimodes + 6 monomodes | 12 fo               | 6 multimodes + 6 monomodes  |
|           | multifibres | répartiteur d'accès - Point de branchement                                  | 6 fo                  | 6 multimodes                | 6 fo                | 6 multimodes ou 6 monomodes |
|           | bifibres    | répartiteur d'accès - point d'accès ou point de branchement - point d'accès | 2 fo                  | 2 multimodes                | 2 fo                | 2 multimodes                |

Pour ne pas impacter le coût de l'installation, il est néanmoins possible de laisser certains modules (module monomode par exemple) en attente de raccordement, lovés et protégés dans les têtes de câbles; ces modules devront cependant être testés.

L'extension de l'installation ne nécessitera pas de tirage de câble supplémentaire, mais une seule opération de raccordement.

#### 4.2.2 RÈGLES DE CHEMINEMENT ET CIRCULATION - CONTRAINTES D'ENVIRONNEMENT

La technologie fibre optique est, contrairement au cuivre, totalement insensible aux perturbations électromagnétiques ou radioélectriques. Elle ne nécessite pas, par ailleurs, d'équipotentialité des terres. Les contraintes d'environnement spécifiques relatives au cuivre et à ces perturbations ne s'appliquent pas aux distributions optiques.

Les contraintes spécifiques relatives à la technologie optique sont d'ordre mécanique et climatique (rayons de courbure, résistance à la traction, étanchéité).

##### 4.2.2.1 Distribution intérieure

L'implantation des chemins de câbles est un des problèmes majeurs des installations, surtout en distribution horizontale. Elle est particulièrement délicate dans les contextes de rénovation.

Les câbles à fibre optique, insensibles aux perturbations électromagnétiques, pourront être installés, si besoin, dans les gaines techniques existantes pour les câbles d'énergie.

Ils pourront être installés, dans la limite du respect des contraintes mécaniques, dans les chemins de câbles existants pour les câbles électriques ou les câbles courants faibles. Si l'installation de nouveaux chemins de câbles s'impose, ceux-ci ont simplement une fonction de protection mécanique et ne nécessitent pas de mise à la terre sophistiquée.

Les contraintes mécaniques à respecter sont les suivantes :

|                                      |           |
|--------------------------------------|-----------|
| Rayon de courbure minimal            | 200 mm    |
| Ecrasement maximal subi par le câble | 20 daN/cm |

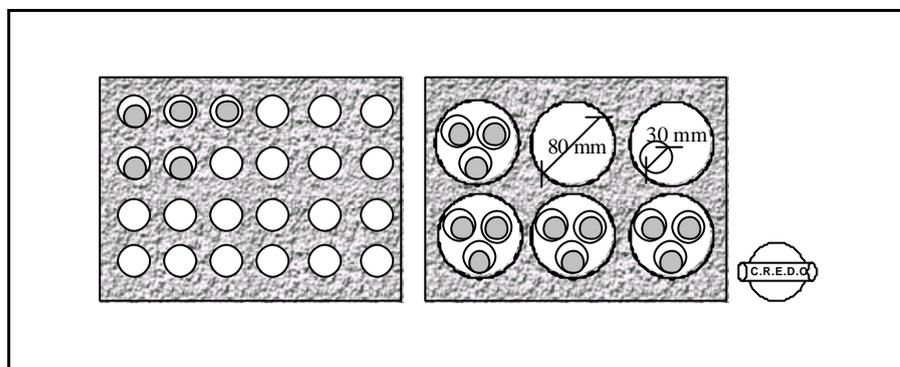
A titre d'illustration, la valeur d'écrasement tolérée par le câble permet à celui ci de supporter le poids de 160 câbles 128 paires.

#### 4.2.2.2 Distribution extérieure

En distribution extérieure, les contraintes physiques à respecter sont d'une part le rayon de courbure, d'autre part l'étanchéité.

Compte tenu des renforts mécaniques imposés aux câbles dans l'environnement extérieur, les infrastructures (fourreaux, chambres de tirage) doivent être conçues pour respecter un rayon de courbure minimal de 300 mm.

Les câbles ont un diamètre extérieur maximal fixé à 20 mm. Pour faciliter les actions de tirage, on privilégiera, quand cela est possible, le passage dans des fourreaux individuels de  $\varnothing$  30 mm, éventuellement regroupés dans des alvéoles plus importantes de  $\varnothing$  80 mm.



Les chambres de tirage seront espacées typiquement de 50 m et d'un maximum de 100 m et chaque fois qu'une topologie particulière s'imposera : changement de niveau, de direction, etc....

Les structures de câbles définies sont parfaitement étanches: la pénétration d'humidité étant le principal facteur de dégradation des câbles optiques, une attention particulière sera portée pour s'en prémunir :

Installation, dans le domaine du possible, dans les parties hautes des fourreaux, permettant de diminuer les risques de séjours prolongés dans les chambres de tirages inondées.

Trois types de câbles ont été sélectionnés, en fonction de leurs caractéristiques mécaniques. Les deux premiers sont totalement diélectriques et se différencient par leur tenue à l'écrasement et à la traction. Le troisième présente les mêmes caractéristiques que le câble renforcé, avec une tresse métallique supplémentaire. Celle-ci est à ce jour la seule protection efficace et reconnue pour prémunir le câble contre les rongeurs.

#### 4.2.3 DIMENSIONNEMENT ET CARACTÉRISTIQUES DES LOCAUX TECHNIQUES

Les locaux techniques abritent les répartiteurs qui supportent les têtes de câble et peuvent être constitués soit de châssis de répartiteurs et de fermes ou bien d'équipements au format 19 pouces.

Pour des raisons de sécurité et de confort, les têtes de câbles devront se trouver dans une enceinte fermée (local ou armoire ou capot).

Comme pour les installations "cuivre", les locaux techniques doivent présenter des caractéristiques minimales :

surface de 4 à 6 m<sup>2</sup>,  
 alimentation électrique de 1KVA,  
 éclairage de 200 Lux.

Ces caractéristiques sont essentiellement imposées par les équipements actifs (répéteurs, concentrateurs, etc...) susceptibles d'être intégrés dans ces locaux.

La fibre optique permet cependant le transport des différentes applications sur des distances très supérieures au cuivre. L'implantation d'équipements actifs de régénération ou de concentration ne s'impose pas dans tous les répartiteurs ; il est possible de limiter l'implantation de ces équipements en quelques points de l'infrastructure.

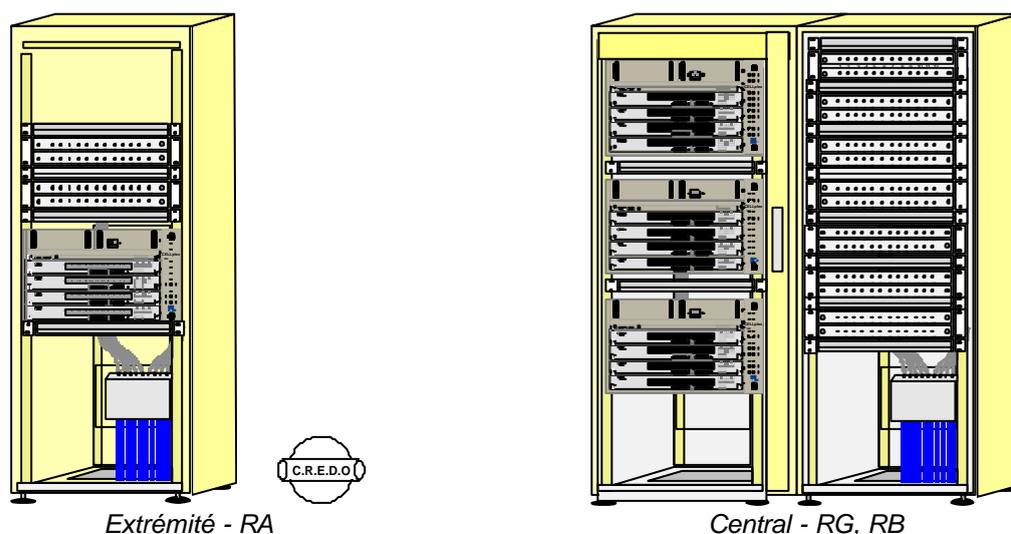
Dans le cas de répartiteurs qui ne réalisent qu'une fonction de brassage, sans matériel actif, les caractéristiques des locaux peuvent être considérablement réduites en choisissant des têtes de câbles qui s'installent sur des châssis de répartition plutôt qu'en mécanique 19 pouces.

En fonction de l'importance du répartiteur optique, celui-ci pourra être géré de manière dédiée (ferme ou armoire dédiée) ou non.

Dans le cas des répartiteurs centraux (RG, RB), qui peuvent concentrer une quantité importante de câbles et fibres, il est conseillé de dédier l'armoire aux têtes de câbles optiques.

Dans le cas où le répartiteur concentre un nombre limité d'arrivées de câbles (cas des (RA) si la distribution capillaire est en cuivre), l'armoire pourra être commune pour les têtes optiques, les équipements actifs, voire les têtes cuivre.

En règle générale, pour une armoire d'environ 40U, il est conseillé de dédier l'armoire aux têtes optiques au delà de 120 fibres (10 câbles 12 fibres par exemple). Cette limitation tient compte des nécessaires coefficients d'extension à prévoir dans l'installation.



L'organisation des câbles par modules de 6 fibres permet un éclatement simple des câbles sur plusieurs têtes dans le cas de fortes capacités.

Une attention particulière devra être portée dans le dimensionnement et l'organisation du répartiteur pour garantir le respect des rayons de courbure des câbles et cordons (jarretières optiques).

#### 4.2.4 CONTRAINTES RELATIVES À LA DISTRIBUTION DES BUREAUX

Une moyenne d'un point d'accès optique pour 8 m<sup>2</sup> doit être prévue.

La distribution vers les points d'accès doit être dimensionnée pour tenir compte des contraintes spécifiques relatives au câble de distribution. En premier lieu, la distribution dans les bureaux doit respecter le rayon de courbure du câble de distribution. Cette valeur est analogue à celle imposée pour les câbles 4 paires Catégorie 5:

|                   | Câble de distribution optique | Câble 4 paires Catégorie 5 |
|-------------------|-------------------------------|----------------------------|
| Rayon de courbure | 50 mm                         | 50 mm                      |

Le point d'accès optique s'installe dans une plinthe de 50 mm minimum de profondeur. Cette profondeur permet le dégagement arrière du câble en respectant le rayon de courbure minimal. Il est conseillé d'amarrer le câble dans la plinthe pour éviter toute traction sur la connectique en cas de sollicitation du câble au cours de réinterventions dans la plinthe. Dans le cas où la plinthe en place est trop étroite, le point d'accès optique doit être installé dans un boîtier extérieur au dessus de la plinthe.

### 4.3 CARACTÉRISTIQUES DES FONCTIONS MISES EN OEUVRE

#### 4.3.1 LE POINT D'ACCÈS OPTIQUE MURAL



Le point d'accès optique est conçu pour être utilisé en intérieur, pour le raccordement d'un équipement terminal.

Il s'adapte dans des goulottes ou des boîtiers de prises au format 45×45.

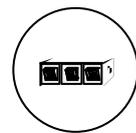
L'arrivée des câbles se fait par l'arrière et la sortie des cordons par l'avant.

Le point d'accès doit posséder un cache permettant ainsi, en position fermée dite d'attente de protéger les raccords de connecteurs s'ils sont montés.

De manière à pouvoir monter tous les connecteurs préconisés par C.R.E.D.O, il est souhaitable de fournir avec le point d'accès une grappe de supports.

Le point d'accès optique mural est relié au répartiteur d'accès par un câble de distribution 2 fibres. Le point d'accès est relié au point de branchement par un câble de distribution 2 fibres livré pré-connectorisé (cordon).

#### 4.3.2 LE POINT DE BRANCHEMENT



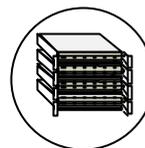
Dans la pratique courante, le précâblage optique des bâtiments ne concerne que l'ossature principale du câblage et ne s'étend pas au niveau des points d'accès des bureaux qui seront équipés en post-câblage à la demande.

Le point de branchement permet de mettre en attente des liaisons de distribution qui sont ou seront affectées. Il est relié au répartiteur d'accès par un câble multifibres (typiquement 6 fibres).

Il se compose :

du boîtier support avec son amarrage de câble,  
de une à six prises 45x45 identiques à celles utilisées pour les points d'accès.

#### 4.3.3 LES RÉPARTITEURS ET TÊTES DE CÂBLE



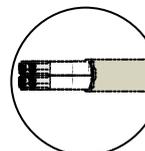
Les répartiteurs sont les supports des têtes de câble et peuvent être constitués soit de châssis de répartiteurs ou de fermes, soit d'équipements au format 19 pouces.

Les têtes de câbles, accrochables sur châssis ou ferme, ou tiroirs au format 19 pouces sont des ensembles autonomes qui assurent la gestion complète des câbles et de la fibre:

arrivées des câbles latéralement ou à l'arrière des têtes,  
gestion, organisation et épanouissement des fibres,  
connectorisation des fibres,  
support des raccords de connectique, en face avant pour brassage.

Leur conception doit garantir leur mise en oeuvre aisée, une exploitation simple des brassages, ainsi que la maintenabilité de l'installation.

#### 4.3.4 LES DIFFÉRENTES CLASSES DE CÂBLE



Trois types de câbles sont possibles en fonction de leurs usages :

Le câble de distribution  
Les câbles multifibres d'intérieur  
Les câbles multifibres d'extérieur

Tous ces câbles ont deux points communs :

Structure élémentaire à 900 µm libre, semi-serrée, ou serrée  
Organisation par modules de 6 fibres  
Repérage par coloration uniforme au code FOTAG :

|   |            |
|---|------------|
| 1 | Bleu (BE)  |
| 2 | Orange (O) |
| 3 | Vert (V)   |
| 4 | Marron (M) |
| 5 | Gris (G)   |
| 6 | Blanc (Bc) |

### Le câble de distribution :

|              |  |
|--------------|--|
| Application  | immeubles - de la distribution vers le point d'accès   |
| Modularité   | 2 fibres optiques multimodes   |
| Organisation | constitué de 2 structures élémentaires (une bleue, une orange) assemblées dans un câble rond |
| Type retenu  | totalemment diélectrique + protection au feu C2 + LS0H                                       |
| ∅ Extérieur  | 4 à 5 mm   |

### Les câbles multifibres d'intérieur :

|                |   |
|----------------|---|
| Application    | immeubles entre répartiteurs de bâtiments et répartiteur accès  |
| Modularité     | modulo 6 : 6, 12, 18, 24, 30, 36 fibres optiques  |
| Organisation   | Assemblage de modules optiques (en fonction du nombre de fibres souhaité) autour d'un porteur central afin de former l'âme optique. |
| Module optique | ensemble de 6 structures élémentaires regroupées sous forme d'un faisceau identifiable suivant le code de couleur FOTAG             |
| Type retenu    | totalemment diélectrique + protection au feu C2 +LS0H   |
| ∅ Extérieur    | 20 mm max.  |

### Les câbles multifibres d'extérieur :

|                |  |
|----------------|--|
| Application    | Liaisons inter-bâtiment de quelques kms  |
| Modularité     | modulo 6 : 6, 12, 18, 24, 30, 36 fibres optiques   |
| Organisation   | Assemblage de modules optiques (en fonction du nombre de fibres souhaitées) autour d'un porteur central afin de former l'âme optique.  |
| Module optique | ensemble de 6 structures élémentaires regroupées sous forme d'un faisceau identifiable suivant le code de couleur FOTAG  |
| Types retenus  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Câbles non armés standard: totalemment diélectriques</li> <li>2 Câbles non armés aux conditions sévères: totalemment diélectriques</li> <li>3 Câbles armés : avec une tresse acier</li> </ol> |
| ∅ Extérieur    | 20 mm max.   |

## 4.4 CHOIX TECHNOLOGIQUES DE CONNECTIQUE

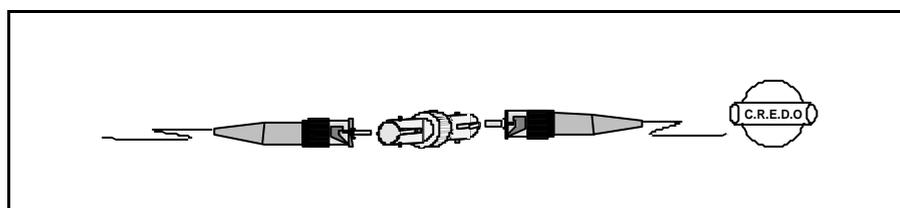
Les composants connectiques élémentaires mis en oeuvre dans l'infrastructure sont:

- des connecteurs à grand nombre de manoeuvres,
- des épissures, mécaniques ou par fusion.

### Connecteurs :

En optique, une connexion est toujours composée de deux fiches et un raccord.

La fiche termine la fibre, la protège et la positionne. Le raccord réalise le guidage et le positionnement des deux fiches pour permettre le couplage de la lumière entre les deux fibres optiques.



Compte tenu de l'état de l'art, les différents types de connecteurs préconisés sont les suivants :

| Technologie | Verrouillage | Modularité      | Type de ferrule        | Multimode | Monomode    | Pertes d'insertion |            |        |
|-------------|--------------|-----------------|------------------------|-----------|-------------|--------------------|------------|--------|
|             |              |                 |                        |           |             | Nominal            | Ecart type | Max    |
| ST®         | baïonnette   | simplex         | cyl. céramique         | x         | restriction | 0,5 dB             | 0,2 dB     | 1 dB   |
| SC          | push pull    | simplex, duplex | cyl. céramique         | x         | x           |                    |            |        |
| EC          | push pull    | simplex, duplex | sphère cône à membrane | x         | x           |                    |            |        |
| OPTOCLIP2®  | push pull    | simplex         | fibre à fibre          | x         | x           |                    |            |        |
| FSD         | push pull    | duplex          | cyl. céramique         | x         |             |                    |            |        |
| CONIX®      | clipsable    | simplex, duplex | lentille               | x         |             | 1 dB               | 0,2 dB     | 1,5 dB |

Le ST®, actuellement le plus répandu sur les réseaux multimodes peut être utilisé sur des fibres monomodes mais présente des caractéristiques de réflexion très inférieures aux technologies développées pour ce besoin. Cette faiblesse risque de poser des problèmes pour la mise en oeuvre d'applications télécom à très haut débit.

Le choix entre ces différentes technologies doit s'effectuer en tenant compte des performances du couplage réalisé et de l'environnement d'utilisation.

L'accent est mis sur la nécessité impérative de réduire au maximum le nombre d'interfaces différentes dans une même installation (homogénéité d'interface utilisateur) :

rationalisation des cordons d'appareils,  
rationalisation des cordons de brassage.

| Technologie | Utilisation aux points de répartition | Utilisation au Point d'Accès     |
|-------------|---------------------------------------|----------------------------------|
| ST®         | adapté                                | inadapté - verrouillage, simplex |
| SC          | adapté                                | adapté en mode duplex            |
| EC          | adapté                                | adapté en mode duplex            |
| OPTOCLIP2®  | adapté                                | adapté en mode duplex            |
| FSD         | adapté                                | inadapté - verrouillage          |
| CONIX®      | restriction                           | adapté                           |

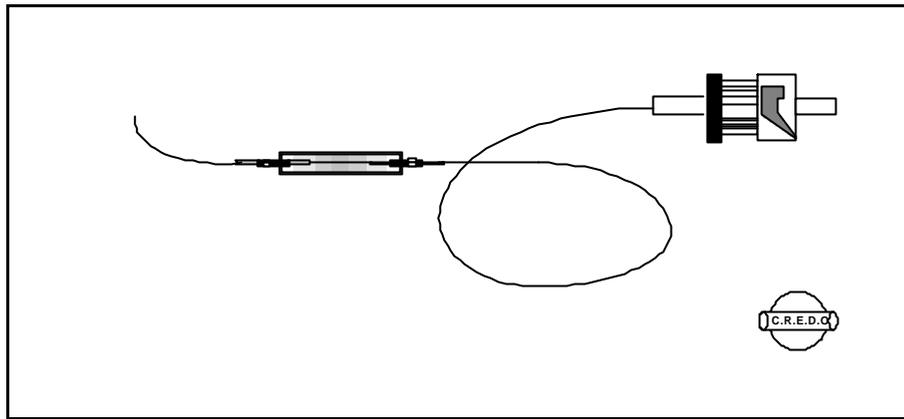
Une attention particulière doit être portée au choix de la technologie mise en oeuvre au point d'accès. Celle ci doit être compatible avec un environnement de bureau :

robustesse et faible sensibilité à la poussière,  
déconnexion par sécurité en cas de forte traction sur le câble - verrouillage adapté,  
facilité d'installation - mise en oeuvre.

A ce titre, la technologie à élargissement de faisceau (lentille) de type CONIX présente des fonctionnalités bien adaptées à cet environnement. Compte tenu de ses performances intrinsèques, son utilisation au répartiteur ne peut s'envisager que dans des cas d'architectures limitées.

### Epissures:

Les épissures mécaniques ou par fusion peuvent être mises en oeuvre sur l'infrastructure. Le développement et les progrès récents des "soudeuses" permettent aujourd'hui, de réaliser des épissures soudées, pour un investissement réduit.



Cette technique permet en particulier de connecter les extrémités de câbles par soudure de "pig tails" (demi cordons adaptés) préconnectorisés en usine :

Les avantages d'une telle technique sont les suivants :  
meilleure maîtrise de la qualité de la connectique réalisée,  
délai de réalisation plus court et mieux maîtrisé.

Les performances attendues de ces points de raccordement sont les suivantes :

| Epissures | Multimode |            | Monomode |            |
|-----------|-----------|------------|----------|------------|
|           | Nominal   | Max toléré | Nominal  | Max toléré |
| fusion    | 0,1 dB    | 0.15 dB    | 0.15 dB  | 0.3 dB     |
| mécanique | 0.15 dB   | 0.3 dB     | 0.2 dB   | 0.3 dB     |

# 5 - CARACTÉRISTIQUES DES



## COMPOSANTS MIS EN OEUVRE

---

### 5.1 LE POINT D'ACCÈS OPTIQUE MURAL



La prise murale au point d'accès comporte :

- le réceptacle au format 45×45 mm fixé dans la plinthe d'alimentation, la goulotte ou un boîtier avec ouverture à l'arrière pour le passage des câbles,
- le cache amovible associé au support de raccords des deux connecteurs,
- le support permettant de recevoir deux connecteurs.

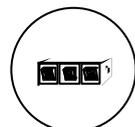
Lors du câblage, le cache est fermé en position dite « d'attente » protégeant ainsi les raccords de connecteurs s'ils sont montés. Lors du raccordement d'un terminal, le cache s'encliquette dans une position ouverte à 45° qui est sa position d'utilisation.

Ce cache est réversible et peut être retourné sur site pour une sortie à droite ou à gauche dans le cas d'un positionnement en goulotte et vers le bas pour une implantation en colonne bureautique ou potelet. Cette opération ne doit pas nécessiter le démontage du réceptacle.

En fonction du type de connecteurs choisis, on prendra un des supports de connecteurs permettant de recevoir les connecteurs ST<sup>®</sup>, EC ou SC, CONIX<sup>®</sup> ou OPTOCLIP II<sup>®</sup>.

| Supports de connecteurs        | Nombre de connecteurs | Dimensions des orifices |
|--------------------------------|-----------------------|-------------------------|
| ST <sup>®</sup>                | 2                     | ∅ 9,5 mm                |
| EC/SC/Optoclip II <sup>®</sup> | 2                     | 13,4 × 9,5 mm           |
| CONIX <sup>®</sup>             | 2                     | 13,2 × 20,1 mm          |

### 5.2 LE POINT DE BRANCHEMENT



Le point de branchement est constitué d'un boîtier au format 45×45 mm permettant de recevoir au minimum 3 points d'accès optiques.

Pour des raisons de sécurité on préférera des boîtiers en aluminium au boîtier en PVC.

## 5.3 LES RÉPARTITEURS ET TÊTES DE CÂBLE

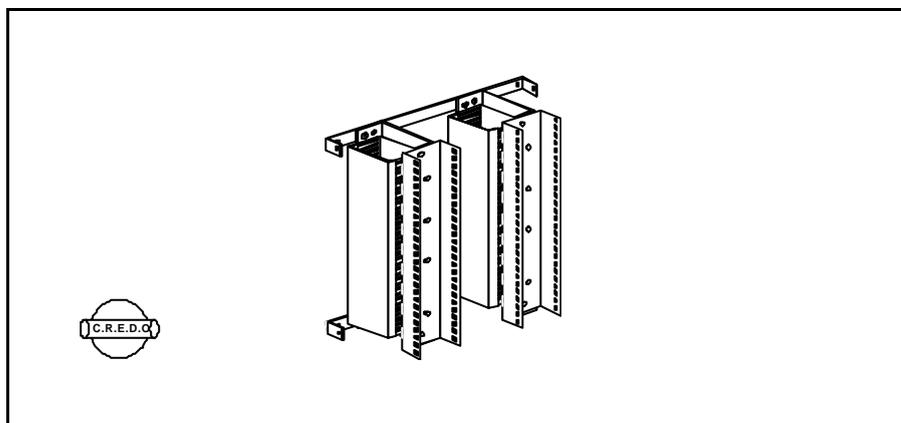


C'est vers les répartiteurs, véritables centres névralgiques des systèmes de câblage que convergent les câbles en provenance des points d'accès ou des points de branchement et des autres répartiteurs; c'est là que s'effectue le brassage et le raccordement des concentrateurs.

### 5.3.1 CHÂSSIS DE RÉPARTITEUR ET FERMES

Plusieurs modèles et configurations sont proposés et peuvent être retenus en fonction de l'importance de l'installation et des standards utilisés :

profilés Europe E8,  
châssis de répartition 28, 41, 65 ou 124 pas,  
fermes 4, 6 niveaux et double faces,  
avec goulotte métallique équipée d'un couvercle avec casquette métallique sécable pour le passage des têtes de câble 3/6, 6/12 ou 12/24 fibres.

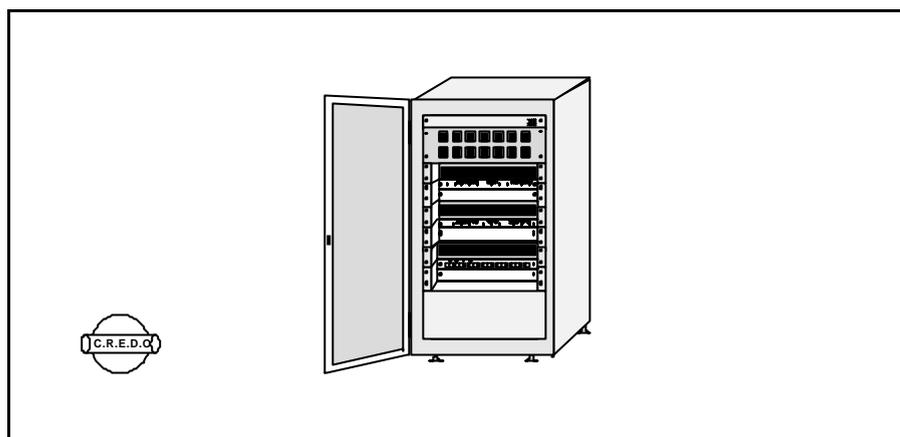


### 5.3.2 SUPPORTS AU STANDARDS 19 POUCES

Ces supports peuvent être de différents types :

bâti rack munis d'un capot avec serrure,  
armoire 40 U (selon le besoin), aux dimensions 600 x 800, avec porte fermant à clé.

Ils reçoivent les têtes de câble au format 19 pouces dans les différents formats 1U, 2U, etc.... Ils permettent également l'intégration de l'ensemble des matériels de réseau au format 19 pouces. Dans les environnements sévères, un niveau de protection IP55 pourra être imposé.



### 5.3.3 SPÉCIFICATION GÉNÉRALE DES TÊTES DE CÂBLES

Les têtes de câbles, accrochables sur châssis ou ferme, ou les tiroirs optique au format 19 pouces assurent la gestion complète des câbles et de la fibre :

gestion des arrivées de câbles :  
 arrivées des câbles latéralement ou à l'arrière des têtes,  
 identification des câbles,  
 amarrage des câbles.

gestion, organisation et épanouissement des fibres :  
 identification des fibres,  
 protection et lochage des fibres.

Connectorisation des fibres :  
 protection des points d'épissure,  
 guidage des pig tails,  
 support des raccords de connectique, en face avant pour brassage.

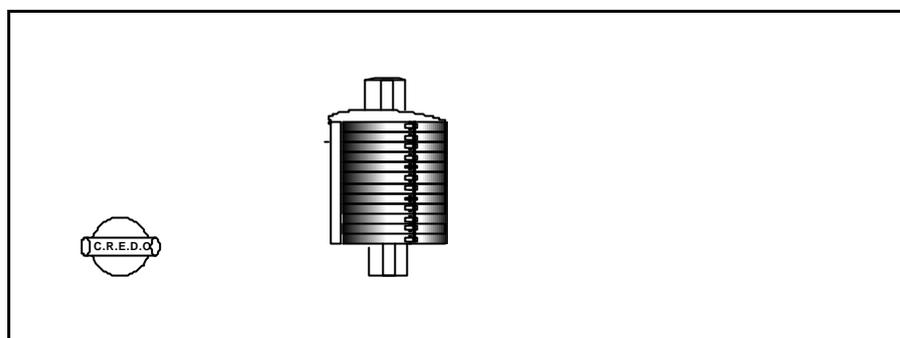
Elles doivent être conçues pour permettre à tout opérateur même inexpérimenté de respecter les rayons de courbure des fibres et cordons, seule garantie d'un bon fonctionnement. Pour respecter cette exigence les têtes doivent être équipées de chemins guides fibres ou organiseurs montés en usine par le fabricant.

Gestion des brassages :  
 identification des câbles par étiquetage de la tête,  
 identification des connecteurs en face avant par numérotation,  
 décaissage des têtes de câbles,  
 dégagement aisé des départs de cordons sur le devant des têtes lors de l'utilisation,  
 gestion, guidage et protection des cordons - guidages latéraux de part et d'autre des têtes  
 et gestion des surlongueurs par goulotte latérale de protection et guidage,  
 sécurisation de l'ensemble.

Pour garantir la maintenabilité de l'installation, les têtes doivent présenter les dispositifs permettant d'accéder, en place, à la connectique interne pour procéder à des opérations de nettoyage ou de réparation :

ouverture aisée de la face avant,  
 montage sur glissières,  
 accès aisé aux différents connecteurs et fibres à l'intérieur de la tête de câble.

#### 5.3.4 TÊTES OPTIQUES SUR CHÂSSIS DE REPARTITION OU FERMES



Les têtes optiques apportent une solution optimale à la gestion des câbles optiques sur les châssis de repartition ou fermes.

Elles doivent être conçues pour recevoir 6,12 ou 24 fibres. Elles intégreront les fonctions suivantes :

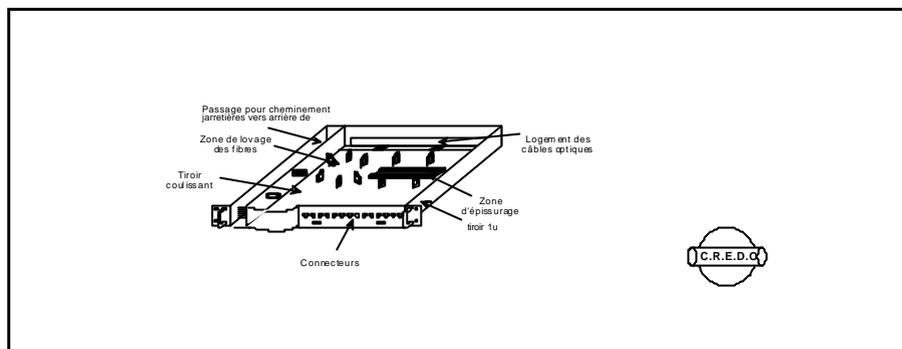
- support intégré de fixation sur le rail du répartiteur par vissage,
- compartiment latéral gauche, s'enfonçant dans la goulotte, prévu pour l'amarrage de chaque câble installé,
- 3, 6 ou 12 cassettes pivotantes selon les modèles recevant les fibres.

Chaque cassette assurera la gestion de 1 ou 2 fibres, pourra recevoir jusqu'à 3 mètres de fibres 900 µm et abritera les fonctions suivantes :

- lovage des fibres sur tambour central,
- intercalaire de séparation des fibres,
- positionnement et maintien de 2 épissures,
- cadre assurant la rotation et le positionnement de 2 connecteurs, ainsi que le repérage.

Si le nombre de liaisons fibres optiques est important, il est recommandé d'implanter ces têtes sur une ferme particulière. Pour des installations de taille réduite, les têtes pourront être installées sur des fermes «mixtes ». Dans ce cas, il est recommandé de positionner la tête à l'extrémité inverse de l'arrivée des câbles cuivre et de fixer les câbles optiques au fond de la goulotte avant de positionner les câbles cuivre. Les têtes optiques sont toujours installées sur le rail de droite du répartiteur avec les câbles de rocade cuivre.

### 5.3.5 TIROIRS FIBRE OPTIQUE AU FORMAT 19 POUCES



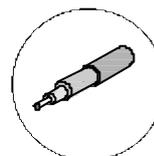
Les tiroirs fibre optique apportent une solution pour la gestion des câbles optiques dans un environnement 19". Leur conception doit permettre de les utiliser dans tous les cas de figures de mise en oeuvre:

- jonction par épissure,
- termination de câble par connectivisation,
- utilisation mixte (épissures et connecteurs).

Ils doivent offrir les caractéristiques suivantes:

- encombrement très faible (1U ou 2U ),
- face avant pour recevoir au minimum 12 ou 24 connecteurs,
- logement pour le lavage et la fixation des câbles en arrivée,
- platine sur glissière recevant les épissures,
- extractabilité permettant la maintenance de la connectique.

### 5.4 LA FIBRE



Les valeurs proposées correspondent à un compromis entre les standards applicables et l'état de l'art des valeurs fournies par l'ensemble des fibreurs. Les valeurs de ces paramètres ne doivent pas, bien sûr, être altérées par la mise en câble de ces fibres.

#### La fibre monomode 9,5/125 µm :

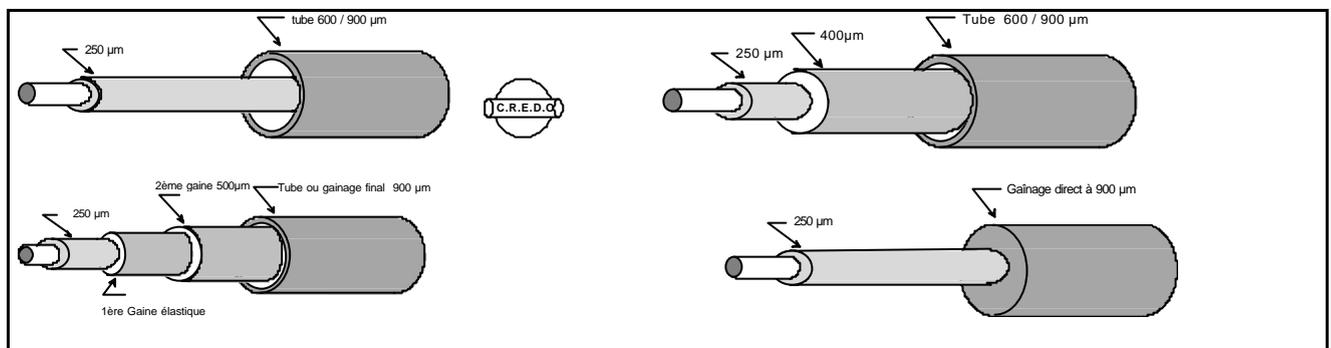
| ∅ Champ de mode (µm) | ∅ Gaine (µm) | ∅ Revêtement (µm) | Longueur d'onde de coupure (nm) | Dispersion max à 1300 nm (ps/nm.km) | Dispersion max à 1550 nm (ps/nm.km) | Affaiblissement max à 1300 nm (dB/km) | Affaiblissement max à 1550 nm (dB/km) |
|----------------------|--------------|-------------------|---------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| 9,2±0,6              | 125±2        | 245±10            | 1100-1280                       | 3,5                                 | 20                                  | < 0,4                                 | < 0,3                                 |

### Les fibres multimodes 50/125 µm et 62.5/125 µm :

| ∅ Coeur (µm) | ∅ Gaine (µm) | ∅ Revêtement (µm) | Ouverture numérique | Bande passante à 850 nm (MHz.km) | Bande passante à 1300 nm (MHz.km) | Affaiblissement max à 850 nm (dB/km) | Affaiblissement max à 1300 nm (dB/km) |
|--------------|--------------|-------------------|---------------------|----------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|
| 50±3         | 125±3        | 245±10            | 0,2                 | >400                             | >600                              | <3,2                                 | <1,2                                  |
| 62,5±3       | 125±3        | 245±10            | 0,275               | >200                             | >500                              | < 3,5                                | <1,5                                  |

### La structure élémentaire à 900 mm :

Différentes technologies peuvent être utilisées afin d'obtenir le diamètre extérieur de 900±50 µm.



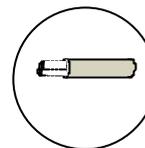
Dans tous les cas, ces structures doivent répondre aux caractéristiques suivantes:

| Caractéristiques | Essais          | Sévérité  | Sanctions                                  |
|------------------|-----------------|---|--|
| Ray. courbure    | CEI 794-1 E11-2 | ≤ 37.5 mm   | sans dégradation irréversible              |
| Ecrasement       | EN 187000       | ≥ 10 daN/cm   | ≤ 0.1 dB/km                                |
| Traction         | EN 187000       | ≥ 3 N   | ≤ 2 dB/km réversible<br>≤ 0.3% allongement |
| Thermique        | CEI 793-1 D1    | -30°C, +70°C<br>2 cycles, 3h minimum, V=0.3°C/mn  | ≤ 0.5 dB/km                                |
| Dénudage         | EN 188000 - 206 | Pince à coupe<br>L=20mm, 10 essais V=100mm/mn   | Fmoy ≤ 10 N                                |
| Repérage         |                 | par coloration uniforme tout au long de la structure suivant le code de couleur FOTAG - IEEE 802.8. |  |

Code de couleur FOTAG :

- |   |            |
|---|------------|
| 1 | Bleu (Be)  |
| 2 | Orange (O) |
| 3 | Vert (V)   |
| 4 | Marron (M) |
| 5 | Gris (G)   |
| 6 | Blanc (Bc) |

## 5.5 LE CÂBLES DE DISTRIBUTION D'INTÉRIEUR

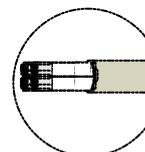


|                  |  |
|------------------|--|
| Application      | immeubles - de la distribution vers le point d'accès   |
| Modularité       | 2 fibres optiques  |
| Organisation     | ce câble est constitué de 2 structures élémentaires (une bleue, une orange) assemblées dans un câble rond  |
| Type retenu      | totalemment diélectrique - gaine ayant un comportement au feu NFC 32-070, catégorie C2<br>l'ensemble des matériaux doit répondre aux caractéristiques LS0H NFC 32-062. |
| Ø Extérieur      | 4 à 5 mm   |
| Couleur de gaine | ivoire conseillé avec marquage ou noire sans marquage (confidentialité). Dans tous les cas, un marquage métrique doit être apposé sur le câble.                        |

Caractéristiques mécaniques et climatiques :

| Caractéristiques  | Essais          | Sévérité   | Sanctions   |
|-------------------|-----------------|--|---|
| Rayon de courbure | CEI 794-1 E11-2 | $\leq 10 \times \text{Ø}$ mm, max 200 mm<br>Ø mandrin 200 mm, 5 cycles | sans fissure<br>$\leq 0.1$ dB/km                      |
| Ecrasement        | CEI 794-1 E3    | $\geq 20$ daN/cm   | $\leq 0.1$ dB/km                                      |
| Traction          | CEI 794-1 E1    | $\geq 20$ daN  | $\leq 2$ dB/km réversible<br>$\leq 0.3\%$ allongement |
| Thermique         | CEI 793-1 D1    | -10°C, +70°C<br>2 cycles, 3h minimum, V=0.3°C/mn                       | $\leq 0.3$ dB/km                                      |

## 5.6 LES CÂBLES MULTIFIBRES D'INTÉRIEUR



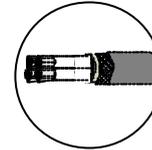
|                  |  |
|------------------|--|
| Application      | immeubles entre répartiteurs de bâtiments et répartiteur accès   |
| Installation     | l'ensemble des éléments du câble est prévu pour supporter une installation en gaine verticale, sur une hauteur de 200m, le fournisseur préconisera le système d'ancrage approprié.   |
| Modularité       | modulo 6 : 6, 12, 18, 24, 30, 36 fibres optiques   |
| Organisation     | assemblage de modules optiques (en fonction du nombre de fibres souhaité) autour d'un porteur central afin de former l'âme optique.<br>En cas de besoin (câbles de capacité 12 et 18 fibres) une ou deux fausses branches peuvent être insérées dans le câble. |
| Module optique   | ensemble de 6 structures élémentaires regroupées sous forme d'un faisceau identifiable suivant le code de couleur FOTAG  |
| Structure        | conçue de façon à en faciliter sa mise en oeuvre - doit notamment permettre de retirer la gaine facilement et d'atteindre les couches les unes après les autres.   |
| Type retenu      | totalemment diélectrique avec une gaine ayant un comportement au feu NFC 32-070, catégorie C2 et que l'ensemble des matériaux répondent aux caractéristiques LS0H NFC 32-062.  |
| Ø Extérieur      | 20 mm max.   |
| Couleur de gaine | ivoire conseillé avec marquage ou noire sans marquage (confidentialité). Dans tous les cas, un marquage métrique doit être apposé sur le câble.  |

Caractéristiques mécaniques et climatiques :

| Caractéristiques  | Essais          | Sévérité   | Sanctions                        |
|-------------------|-----------------|--|----------------------------------|
| Rayon de courbure | CEI 794-1 E11-2 | $\leq 10 \times \text{Ø}$ mm, max 200 mm<br>Ø mandrin 200 mm, 5 cycles | sans fissure<br>$\leq 0.1$ dB/km |
| Ecrasement        | CEI 794-1 E3    | $\geq 20$ daN/cm   | $\leq 0.1$ dB/km                 |

|           |              |  |   |
|-----------|--------------|--|---|
| Traction  | CEI 794-1 E1 | $\geq 80$ daN                                    | $\leq 2$ dB/km réversible<br>$\leq 0.3\%$ allongement |
| Thermique | CEI 793-1 D1 | -10°C, +70°C<br>2 cycles, 3h minimum, V=0.3°C/mn | $\leq 0.3$ dB/km                                      |

## 5.7 LES CÂBLES MULTIFIBRES D'EXTÉRIEUR

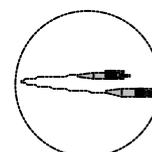


|                  |   |
|------------------|---|
| Application      | liaisons inter-bâtiment de quelques kms   |
| Modularité       | modulo 6 : 6, 12, 18, 24, 30, 36 fibres optiques  |
| Organisation     | assemblage de modules optiques (en fonction du nombre de fibres souhaité) autour d'un porteur central afin de former l'âme optique.<br>En cas de besoin (câbles de capacité 12 et 18 fibres) une ou deux fausses branches peuvent être insérées dans le câble.  |
| Module optique   | ensemble de 6 structures élémentaires regroupées sous forme d'un faisceau identifiable suivant le code de couleur FOTAG   |
| Structure        | conçue de façon à en faciliter sa mise en oeuvre - doit notamment permettre de retirer la gaine facilement et d'atteindre les couches les unes après les autres.  |
| Types retenus    | <ol style="list-style-type: none"> <li>1 câbles non armés standards: totalement diélectriques, gaine avec tenue au feu NFC 32-070, catégorie C2.</li> <li>2 câbles non armés aux conditions sévères: totalement diélectriques, double gaine avec tenue au feu catégorie C2.</li> <li>3 câbles armés: avec une tresse acier et une gaine C2 (option C1 possible).</li> </ol> |
| Ø Extérieur      | 20 mm max.  |
| Couleur de gaine | ivoire conseillé avec marquage ou noire sans marquage (confidentialité).<br>Dans tous les cas, 2 liserés longitudinaux colorés et un marquage métrique doivent être apposés sur le câble.   |

Caractéristiques mécaniques, climatiques, et d'étanchéité :

| Caractéristiques  | Essais          | Type câble  | Sévérité   | Sanctions   |
|-------------------|-----------------|---|--|---|
| Rayon de courbure | CEI 794-1 E11-2 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1</li> <li>2</li> <li>3</li> </ol> | $\leq 12 \times \varnothing$ mm, max 300 mm<br>$\leq 15 \times \varnothing$ mm, max 400 mm<br>$\leq 15 \times \varnothing$ mm, max 400 mm<br>$\varnothing$ mandrin 2xrayon, 5 cycles | sans fissure<br>$\leq 0.1$ dB/km                      |
| Ecrasement        | CEI 794-1 E3    | <ol style="list-style-type: none"> <li>1</li> <li>2</li> <li>3</li> </ol> | $\geq 20$ daN/cm<br>$\geq 45$ daN/cm<br>$\geq 45$ daN/cm   | $\leq 0.1$ dB/km                                      |
| Traction          | CEI 794-1 E1    | <ol style="list-style-type: none"> <li>1</li> <li>2</li> <li>3</li> </ol> | $\geq 150$ daN<br>$\geq 200$ daN<br>$\geq 200$ daN   | $\leq 2$ dB/km réversible<br>$\leq 0.3\%$ allongement |
| Thermique         | CEI 793-1 D1    |   | -30°C, +70°C<br>2 cycles, 3h minimum, V=0.3°C/mn   | $\leq 0.5$ dB/km                                      |
| Etanchéité        | NFC 93 526 20.2 |   | 10 échantillons, 168 h   | pas de fuite sur 9                                    |

## 5.8 LES CORDONS



Les cordons optiques assurent le raccordement des stations de travail au point d'accès et le brassage sur les répartiteurs comportant une tête de câble optique ou un tiroir optique, les équipements électroniques et les matériels de brassage.

Le cordon est constitué d'une fibre de caractéristiques identiques au câble d'infrastructure et doit présenter les caractéristiques suivantes :

| Ø ext tube (mm) | Renforts                        | Protection             | Ø Ext câble (mm) | T° de service | Tension pose (daN) | Ecrasement (daN/cm) | Rayon courbure (mm) |
|-----------------|---------------------------------|------------------------|------------------|---------------|--------------------|---------------------|---------------------|
| 0,9             | Fibres d'aramide posées en long | Gaine colorée Ø 2,5 mm | 2,5              | - 10 / +70    | 15                 | 20                  | 30                  |

Ils sont réalisés dans un câble monovoie ou duplex à structure serrée en polyuréthane ignifugé; les connecteurs d'extrémité doivent présenter une endurance mécanique de 1000 manoeuvres.

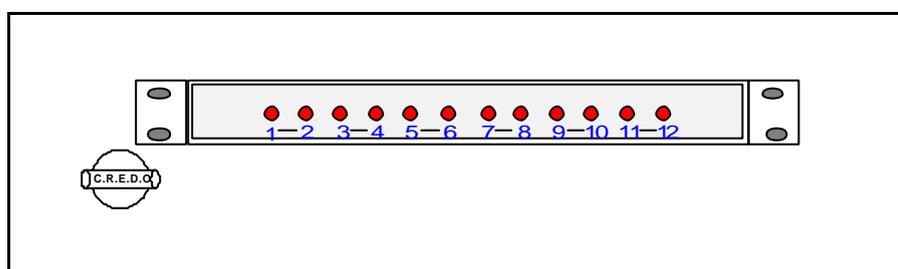
Deux types de cordons sont nécessaires. Ils dépendent de l'utilisation qui en est faite :

### Raccordement par cordon monovoie

Les équipements de transmission de données optiques présentent des connecteurs d'émission ou de réception indépendants et séparés. Dans ce cas, le raccordement peut s'effectuer en utilisant deux cordons monovoie.

Côté produits actifs optiques, les bornes Emetteur et Récepteur de l'équipement sont repérées par sérigraphie (Tx et Rx).

Dans le cas d'une liaison sans croisement, un cordon monovoie reliera la borne Tx de l'équipement à la première fibre de la paire appropriée (bleu, vert ou gris) et un deuxième cordon monovoie reliera la borne Rx à la deuxième fibre de la paire (orange, marron ou blanc).



| Bornes de l'équipement | Repérage Tiroir | Repérage interne cas d'un câble 2x6 FO |                     |
|------------------------|-----------------|--|---------------------|
|                        |                 | Numéro de fibre                        | Couleur de la fibre |
| Emetteur (Tx)          | 1,3,5           | Fibre 1(2)-1                           | Bleu (Be)           |
|                        | 7,9,11          | Fibre 1(2)-3                           | Vert (V)            |
|                        |                 | Fibre 1(2)-5                           | Gris (G)            |
| Récepteur (Rx)         | 2,4,6           | Fibre 1(2)-2                           | Orange (O)          |
|                        | 8,10,12         | Fibre 1(2)-4                           | Marron (M)          |
|                        |                 | Fibre 1(2)-6                           | Blanc (Bc)          |

### **Raccordement par cordon bivoies**

Les équipements de transmission de données optiques présentent des connecteurs d'émission ou de réception proches ou associés. Dans ce cas, qui est le plus fréquent, le raccordement s'effectuera en utilisant un cordon bivoies.

Deux types d'interfaces peuvent se présenter :

interface à connecteurs séparés (par exemple ST<sup>®</sup>) - dans ce cas, le cordon bivoie se sépare en deux aux extrémités.

interface à connecteur duplex (par exemple FSD pour FDDI) - Certains protocoles tels que FDDI imposent un repérage particulier du cordon en fonction de la nature de la station raccordée (par exemple, repérage par bagues A, B, M ou S dans FDDI).

## 6.1 CONDITIONS DE STOCKAGE DES COMPOSANTS SUR CHANTIER

Afin de limiter toute contrainte sur les fibres, les tourets de câble doivent être transportés et stockés debout et non couchés dans un local sec et dont la température ne descende pas en dessous de celle donnée par le constructeur.

Dans le cas d'un stockage en extérieur, un manchonage des extrémités de câble doit être opéré.

## 6.2 CONDITIONS DE POSE ET TIRAGE DES CÂBLES

Lors des opérations de pose et de tirage de câble un certain nombre de règles doivent être respectées.

### **Préparation du tirage :**

en fonction de la technologie employée, la tête du câble sera préparée au moyen d'une chaussette ou bien d'un clou si le câble dispose d'un porteur central.

### **Force maximale de traction :**

la résistance en traction d'un câble a été dimensionnée par rapport à l'environnement dans lequel le câble sera posé (intérieur, extérieur, ...) et à ses caractéristiques intrinsèques (diamètre, poids, type de gaine). Le non respect de ces valeurs peut entraîner des dégradations irréversibles de la fibre, c'est pourquoi lors de tirage au treuil un contrôle dynamométrique peut être envisagé afin de respecter les valeurs imposées par la spécification.

### **Rayon de courbure (statique et dynamique) :**

les valeurs fixées par le constructeur permettent là aussi de garantir un niveau minimum de contrainte sur la fibre. Il faut veiller, lors de la réalisation de love au sol ou en chambre de tirage à éviter toute formation de boucle.

## 6.3 CÂBLAGE DE L'ESPACE DE BUREAU - LES POINTS D'ACCÈS

Ils sont destinés au raccordement de l'ensemble des terminaux constituant l'environnement de travail. Ils regroupent les prises optiques ainsi que les prises électriques.

Dans cet espace, plusieurs éléments du câblage liés aux stations sont identifiés :

- plinthes, supports multi-prises, boîtiers,
- potelets et colonnes,
- cordons de raccordement aux stations,
- prises optiques (PO).

Le point d'accès utilise la prise. Elle est distribuée individuellement par un câble de deux fibres. Le point d'accès peut être composé de plusieurs prises optiques.

Les prises du point d'accès peuvent être intégrées de différentes manières :

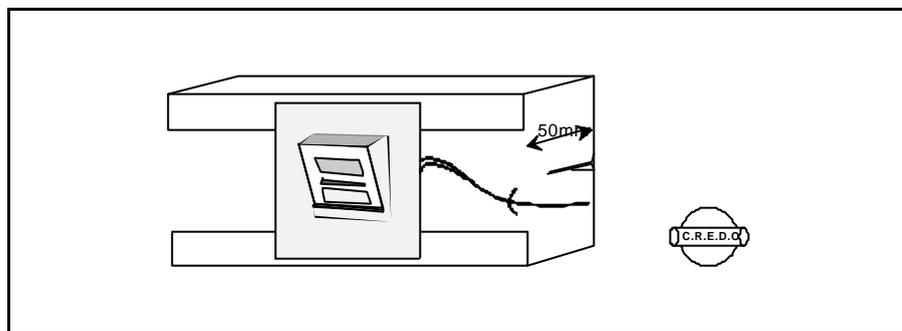
- mise en place dans la goulotte,
- constitution d'un boîtier pouvant être en saillie ou encastré par rapport à une paroi murale ou un plancher technique,

implantation d'un potelet à côté du bureau,  
 intégration directement dans le mobilier de bureau,  
 utilisation d'une colonne sol-plafond (si l'arrivée des câbles s'effectue par l'intermédiaire d'un faux-plafond).

La distribution des points d'accès doit être dimensionnée pour tenir compte des contraintes spécifiques relatives au câble de distribution. Elle doit respecter un rayon de courbure minimum de 50 mm pour le câble de distribution.

Une profondeur de 50 mm doit être prévue derrière le point d'accès, pour permettre le dégagement arrière du câble en respectant le rayon de courbure minimal.

Dans le cas d'un montage en plinthe, potelet ou colonne, il est conseillé d'amarrer le câble à proximité du point d'accès, pour éviter toute traction sur la connectique en cas de sollicitation du câble au cours de réinterventions.



## 6.4 MISE EN OEUVRE DES RÉPARTITEURS ET TÊTES DE CÂBLES

### 6.4.1 RÉPARTITEUR D'ACCÈS

Le répartiteur d'accès (RA) permet la distribution du câblage horizontal ainsi que l'interconnexion avec les autres étages et le répartiteur du bâtiment.

Il constitue le coeur de la distribution en étoile des points d'accès et reçoit :

- les câbles de distribution horizontale,
- les différents câbles de rocade,
- les équipements de réseaux (concentrateur, multiplexeur, répéteur, pont, passerelle, ...).

Dans cette aire, plusieurs éléments doivent être mis en place :

- armoires, coffrets ou fermes de répartition,
- tiroirs optiques 19 " ou cassettes,
- raccords,
- cordons de brassage,
- cordons de raccordement avec le matériel actif.

### 6.4.2 RÉPARTITEUR DE BÂTIMENT

Le répartiteur de bâtiment (RB) est souvent implanté au répartiteur général téléphonique (RGT)

Dans ce répartiteur, plusieurs connexions sont réalisées :  
 connexion avec les étages du bâtiment en paire torsadée ou en fibre optique,  
 connexion au répartiteur général inter-bâtiments (RG) en fibre optique.

#### 6.4.3 RÉPARTITEUR GÉNÉRAL

Le répartiteur général (RG) constitue le point de convergence des câbles d'interconnexion des répartiteurs de bâtiment. Il reçoit à ce titre :

- les différents câbles de liaisons inter-bâtiments du campus,
- les équipements de réseaux (concentrateurs, multiplexeurs, répéteurs, ponts, passerelles, ...).

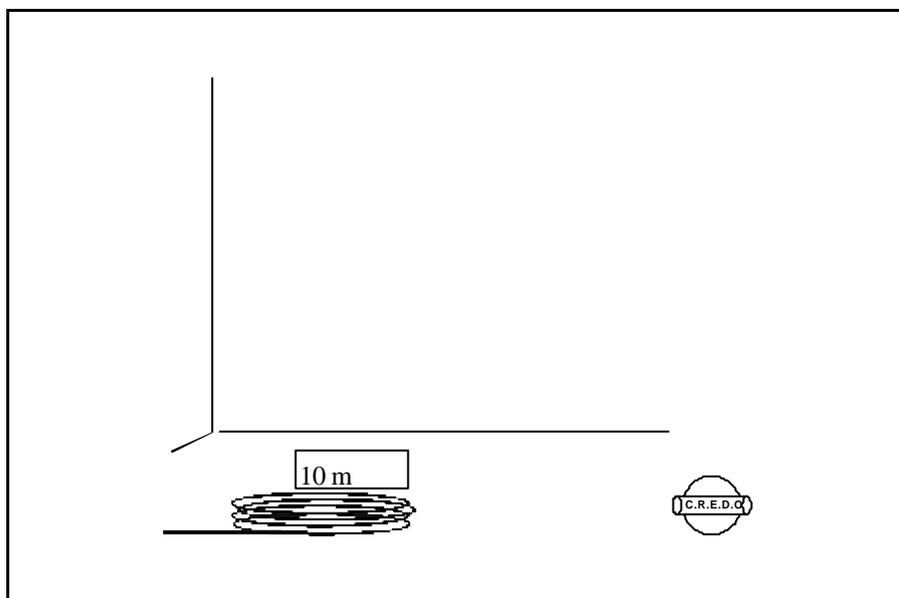
#### 6.4.4 MISE EN OUVRE DU CÂBLAGE DES RÉPARTITEURS

L'installation d'une cassette ou d'un tiroir optique consiste à assurer la terminaison d'un câble sur ses fiches de connecteur par l'intermédiaire d'épissures ou connectivisation directe.

Différentes étapes sont à prendre en compte :

##### 6.4.4.1 Préparation des câbles

A l'arrivée dans le local technique une réserve de longueur de 10 m sera prévue au moment du tirage du câble.



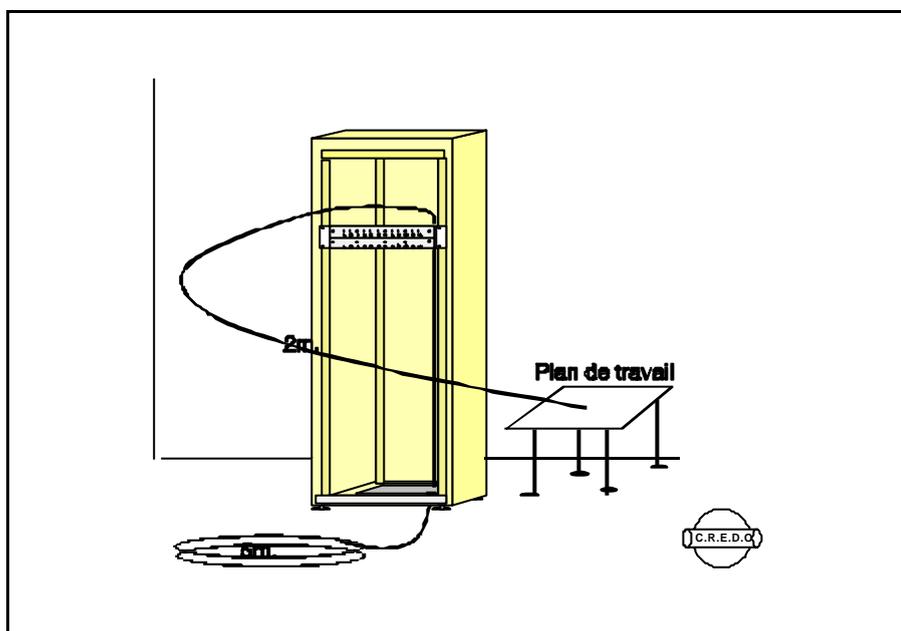
Une réserve de câble de 5 mètres environ sera ménagée (lovée) et permettra le cas échéant de déplacer ultérieurement les têtes dans le local. Cette surlongueur pourra être lovée selon le cas :

- en faux plancher s'il existe,
- en fond de baie,
- à l'entrée du répartiteur.

L'extrémité du câble sera ensuite acheminée jusqu'au pied de la baie et coupée en laissant une longueur opératoire d'environ 5 m.

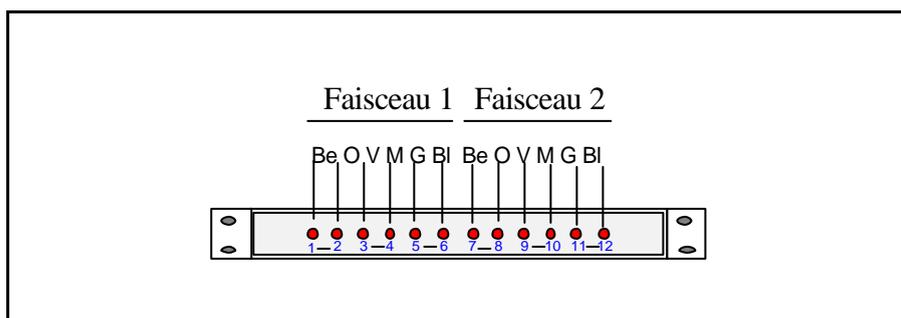
#### 6.4.4.2 Préparation des têtes

La tête de câble étant en place, le câble sera acheminé jusqu'à la tête, amarré et dénudé sur une longueur d'environ 2 m. Cette longueur permettra de réaliser la connectique ou l'épissurage dans des conditions opératoires correctes (sur table, à côté de la baie).



Après connectivisation, la surlongueur opératoire sera résorbée dans la tête, autour des éléments de lovage prévus à cet effet.

Les fibres connectivisées seront montées sur les raccords situés en face avant, en respectant l'ordre naturel des éléments du câble. A titre d'exemple, pour un câble 12 fibres :



Les raccords optiques devront impérativement demeurer protégés par un dispositif anti poussière (capuchon) dans l'attente de leur connectivisation .

## 6.5 MISE EN OEUVRE DES TECHNOLOGIES ÉLÉMENTAIRES

La connectivisation des fibres peut s'effectuer soit par montage directe des fiches au bout de la fibre, soit par épissurage (soudure ou épissure mécanique) d'un « pig tail » (demi cordon).

Ces opérations qui s'effectuent à l'aide d'un banc spécialisé mettent en oeuvre un mode opératoire simple mais spécifique à chaque type de technologie. Il est conseillé, comme dans le cas du cuivre, de se référer à la notice constructeur et de suivre, le cas échéant, une formation spécialisée sur le domaine.

Dans le cas d'un raccordement par épissure, le montage suivra la procédure suivante :

- couper un cordon connectivisé aux deux extrémités en son milieu,
- réaliser l'épissure,
- lover les réserves de fibre avant et après l'épissure dans les compartiments prévus à cet effet,
- placer le connecteur d'extrémité sur le raccord situé sur la face avant du tiroir ou de la cassette.

## 6.6 REPÉRAGE ET IDENTIFICATION D'UNE INSTALLATION EN CÂBLE FIBRE OPTIQUE

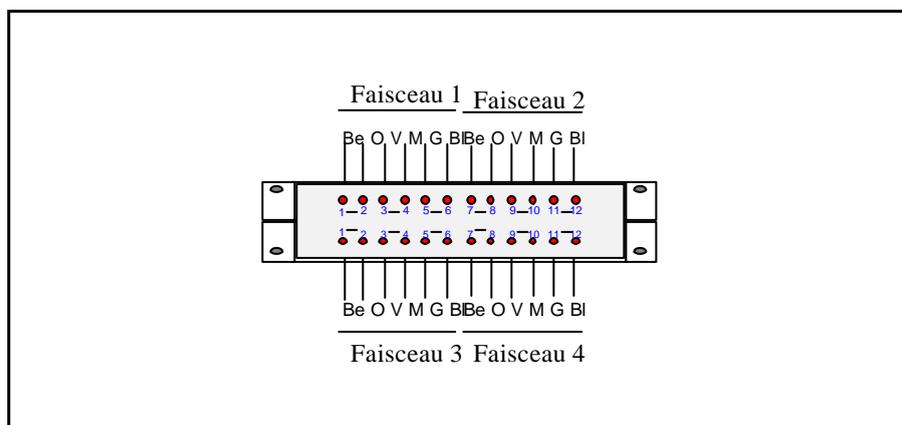
Le repérage des liaisons est un élément essentiel pour l'exploitation des installations. Ce repérage s'effectue, comme pour le cuivre:

- par étiquetage du câble, aux accès opportuns, sur le parcours, en identifiant l'origine et l'extrémité du câble,
- par étiquetage des têtes de câble en identifiant l'extrémité distante de la liaison.

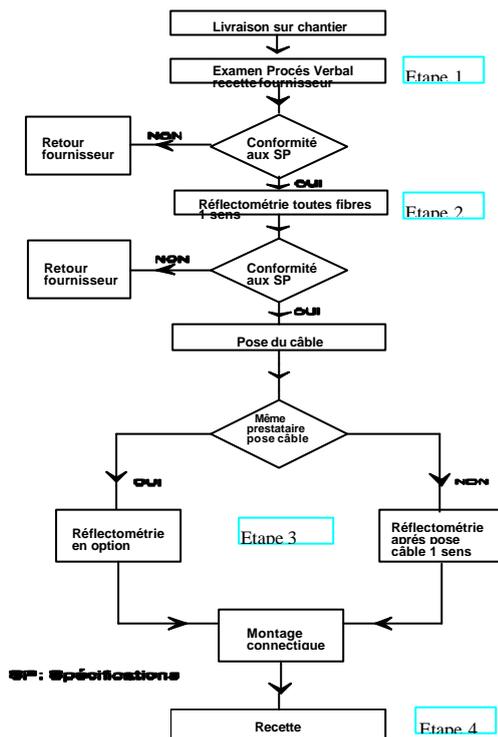
Le repérage des fibres élémentaires dans la liaison s'effectue par identification du module optique puis de la fibre dans le module; l'ensemble de ces éléments suit le code de couleur FOTAG.

| Module | Couleur | Fibre | Couleur |
|--------|---------|-------|---------|
| 1      | Bleu    | 1     | Bleu    |
|        |         | 2     | Orange  |
|        |         | 3     | Vert    |
|        |         | 4     | Marron  |
|        |         | 5     | Gris    |
|        |         | 6     | Blanc   |
| 2      | Orange  | 1     | Bleu    |
|        |         | 2     | Orange  |
|        |         | 3     | Vert    |
|        |         | 4     | Marron  |
|        |         | 5     | Gris    |
|        |         | 6     | Blanc   |
| 3      | Vert    | 1     | Bleu    |
|        |         | 2     | Orange  |
|        |         | 3     | Vert    |
|        |         | 4     | Marron  |
|        |         | 5     | Gris    |
|        |         | 6     | Blanc   |
| 4      | Marron  | 1     | Bleu    |
|        |         | 2     | Orange  |
|        |         | 3     | Vert    |
|        |         | 4     | Marron  |
|        |         | 5     | Gris    |
|        |         | 6     | Blanc   |
| 5      | Gris    | 1     | Bleu    |
|        |         | 2     | Orange  |
|        |         | 3     | Vert    |
|        |         | 4     | Marron  |
|        |         | 5     | Gris    |
|        |         | 6     | Blanc   |
| 6      | Blanc   | 1     | Bleu    |
|        |         | 2     | Orange  |
|        |         | 3     | Vert    |
|        |         | 4     | Marron  |
|        |         | 5     | Gris    |
|        |         | 6     | Blanc   |

Le repérage sur le tiroir suivra l'ordre naturel du code couleur:



## 7.1 LES ÉTAPES DU CONTRÔLE



A chaque étape de la réalisation du système de pré-câblage par l'installateur, des contrôles et mesures doivent être effectués. Ils ont pour but de délimiter les responsabilités de chaque intervenant.

|   | Etape                                      | Type Contrôle                                       | Point de contrôle   |
|---|--|---|---|
| 1 | Réception Câble                            | Visuel + PV<br>Fournisseurs                         | Obligatoire   |
| 2 | Avant tirage                               | Réfectométrie<br>fibre nue                          | Obligatoire si<br>fourniture et pose<br>sont dissociées<br>Conseillée dans le<br>cas de liaisons<br>longues |
| 3 | Après tirage,<br>avant pose<br>connecteurs | Réfectométrie<br>fibre nue                          | Obligatoire si pose<br>et raccordement<br>sont dissociés  |
| 4 | Après pose<br>connecteurs                  | Visuel +<br>Réfectométrie<br>fibre<br>connectorisée | Obligatoire   |



### ETAPE 1 : CONTRÔLE DE RÉCEPTION CÂBLE

Ce contrôle a pour but de vérifier la conformité de la livraison. 2 types de contrôle sont prévus:

#### Inspection visuelle :

Celle-ci permet de vérifier que le câble livré a bien les caractéristiques attendues :  
 nombre de fibres, code couleur, nombre de faisceaux,  
 éléments de protection extérieurs (gaine).

#### Examen des Procès Verbaux du câble:

Le câble doit être livré avec un Procès Verbal de Contrôle de sortie d'usine. Ce document doit fournir les éléments suivants:

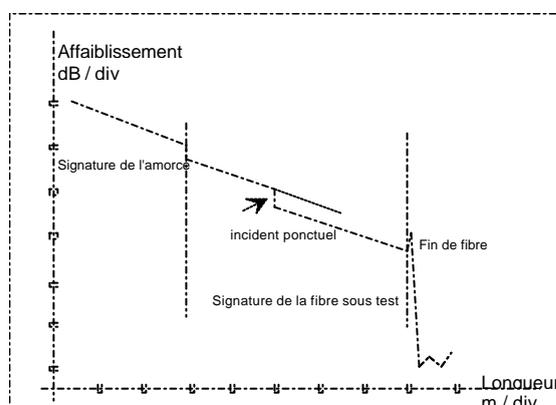
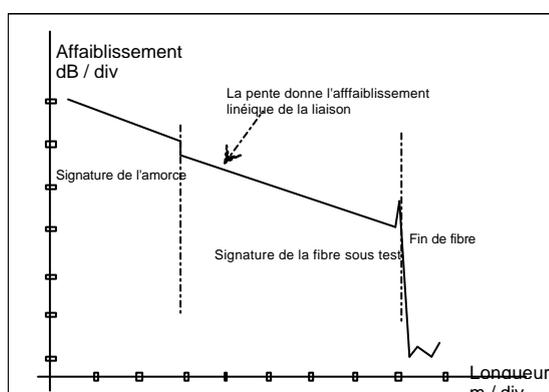
- longueur de câble,
- caractéristique de chaque fibre,
- affaiblissement linéique de chaque fibre,
- trace réfectométrique attestant de l'absence de défaut tout au long du câble.

## ETAPE 2 : MESURE AVANT TIRAGE

Avant tirage, un contrôle sur le câble peut être nécessaire pour attester qu'il n'a été affecté ni au cours du transport, ni au cours du stockage sur le chantier. Cette vérification est obligatoire, pour délimiter les responsabilités, dans le cas où les prestations de fourniture et de pose sont dissociées.

La vérification consiste en une mesure par réflectométrie de l'ensemble des fibres du câble et dans un seul sens. Cette mesure est effectuée sur fibre nue (non connectorisée). La mesure permet de valider les points suivants:

- la longueur de la liaison,
- l'affaiblissement linéique de chaque fibre, dans la limite des paramètres « mesurables »,
- l'absence de contraintes subies par la fibre - accidents ponctuels



Elle s'effectue dans les conditions suivantes:

| <u>Fibre</u> | <u>Longueur d'onde de mesure</u> |
|--------------|----------------------------------|
| Multimode    | 850 nm                           |
| Monomode     | 1300 nm                          |

## ETAPE 3 : MESURE AVANT CONNECTORISATION

Cette étape reprend, après tirage, les contrôles précédents. Elle est nécessaire si les prestataires qui effectuent les opérations de pose et de raccordement sont différents:

- contrôle visuel : le câble ne doit pas présenter de « blessure » visible,
- mesure sur fibre.

## ETAPE 4 : CONTRÔLE APRÈS CONNECTORISATION

Cette étape réalise la recette finale de l'installation. Elle réalise un contrôle des liens constitués et raccordés. Elle s'appuie sur des mesures réflectométriques qui permettent d'apprécier en une prise de mesure:

- la longueur de la liaison,
- l'affaiblissement global de la liaison,
- l'affaiblissement des différents éléments la composant,
- la réflectance des éléments susceptibles de réfléchir une partie de l'énergie lumineuse,
- la visualisation des contraintes subies par la fibre,
- une cartographie complète de la liaison.

## 7.2 MÉTHODOLOGIE DE MESURE ET PRÉCAUTIONS OPÉRATOIRES

### 7.2.1 LIAISONS MULTIMODES

Le mode de mesure retenu, pour des liens de longueurs supérieures à 10 m, est la réflectométrie, à la longueur d'onde de 850 nm (cf. tableau ci-dessous). Cette longueur d'onde permet à elle seule de qualifier le réseau, néanmoins la mesure à 1300 nm peut être réalisée, en option si le bilan de liaison à 1300 nm est nécessaire pour les applications envisagées.

|                    | Zone d'intervention                   | Distribution         |               | Liaisons intra-bâtiment | Liaisons inter-bâtiments |
|--------------------|---------------------------------------|----------------------|---------------|-------------------------|--------------------------|
|                    | Longueur du lien                      | <10 m                | 10 m < <100 m | 100 m < <500 m          | 500 m < <2 Km            |
| Paramètre contrôlé | Affaiblissement linéique              | NON                  | NON           | Attention précision     | OUI                      |
|                    | Affaiblissement total du lien optique | Photométrie préférée | OUI           | OUI                     | OUI                      |

*Tableau de validité des mesures effectuées à l'aide d'un réflectomètre*

#### APPAREILLAGE À UTILISER :

Le réflectomètre doit posséder une largeur d'impulsion pouvant descendre jusqu'à 2 ns (20cm) pour la plus haute résolution spatiale.

L'indice de groupe de la fibre doit être paramétré sur l'appareil. Sauf stipulation précise du câblage, les valeurs moyennes suivantes seront employées :

| Type de fibre | indice |
|---------------|--------|
| 62.5 / 125 µm | 1.49   |
| 50 / 125 µm   | 1.475  |
| monomode      | 1.465  |

#### PRÉCISION DE MESURE :

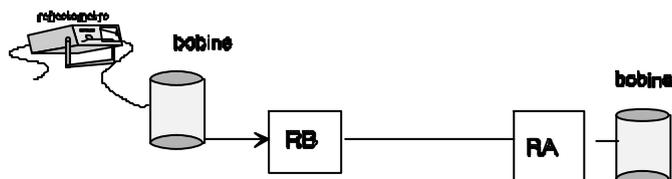
Des imprécisions affectent la mesure. Il est inutile de chercher une précision supérieure à : 0.05 dB.

#### EQUILIBRAGE DES MODES : BOBINE AMORCE :

Le branchement du réflectomètre sur le lien à qualifier s'effectue au travers d'une bobine amorce qui joue plusieurs rôles. Elle permet :

- de qualifier le connecteur d'entrée,
- de s'affranchir de la zone morte,
- de réaliser l'équilibre des modes sur les liaisons multimodes.

Une bobine doit également être placée en sortie du lien pour qualifier le connecteur de sortie.

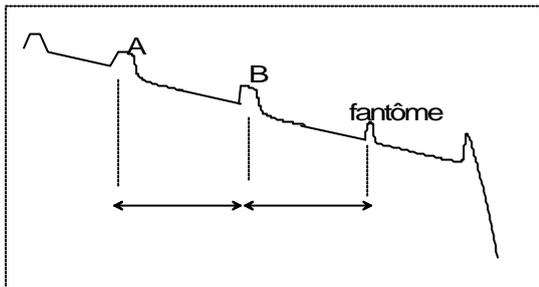


Bobine amorce :  
longueur > 500 m.  
Fibre : identique à celle testée.

Bobine de fin :  
longueur > 10 m. (selon la longueur des liens à mesurer).  
Fibre : identique à celle testée.

### DÉTECTION DES PICS FANTÔMES :

Des pics de Fresnel peuvent apparaître sur un réflectogramme, alors qu'ils n'existent pas sur la liaison. De tels pics, liés à la mesure, sont appelés " fantômes" et sont facilement détectables :

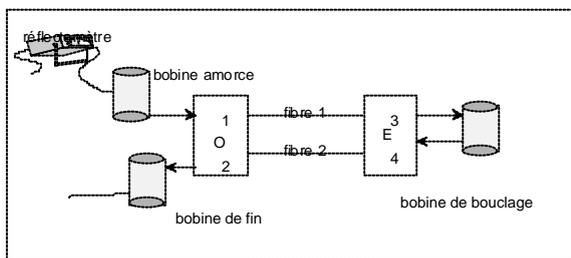


Caractéristiques des fantômes :  
 affaiblissement nul,  
 disparaissent ou se déplacent en fonction de la longueur de la bobine amorçe,  
 se déplacent lors d'une mesure en sens inverse,  
 la distance entre le fantôme et le connecteur B est identique à la distance séparant les réflexions des deux connecteurs A et B.

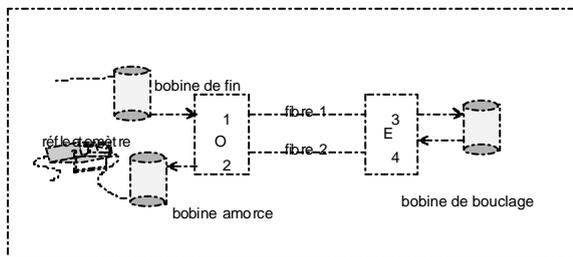
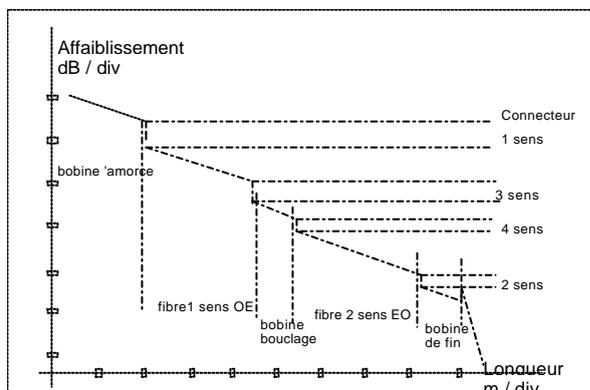
### TEST D'UN CÂBLE MULTIFIBRES ÉQUIPÉ DE CONNECTEURS ENTRE DEUX RÉPARTITEURS :

La mesure doit être effectuée dans les deux sens. Cette précaution permet d'observer la différence de comportement en rétrodiffusion de la fibre d'un sens à l'autre.

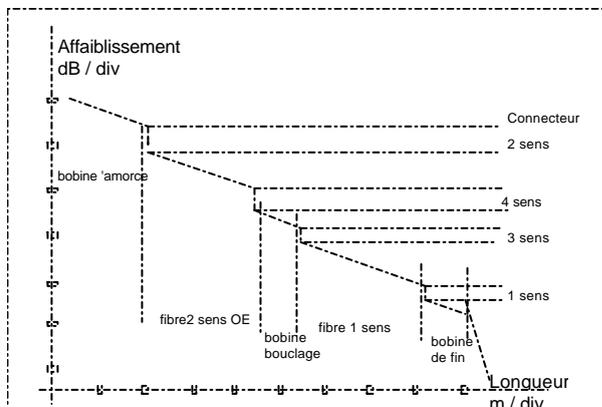
Le test est effectué en bouclant les fibres du câble deux à deux au travers d'une bobine de bouclage.



1ère Mesure



2ème Mesure



### 7.2.2 LIAISONS MONOMODES

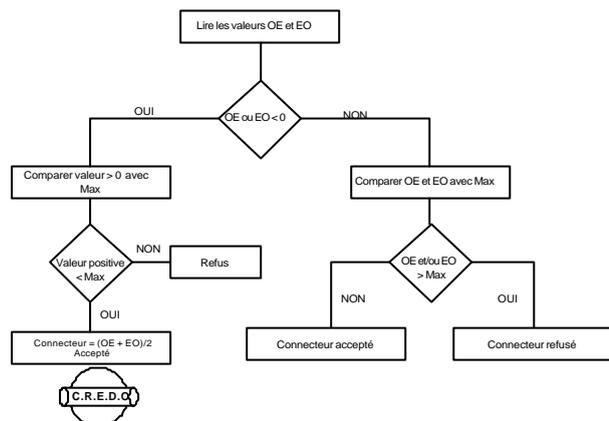
Chapitre en cours d'élaboration

## 7.3 SANCTIONS APPLICABLES

### 7.3.1 LIAISONS MULTIMODES

#### CONNECTIQUE:

Les valeurs de sanction suivantes s'appliquent à la connectique. Les pertes étant mesurées dans les 2 sens, les critères suivants s'appliquent à ces valeurs:



| Connectique        | Multimode      |                          |                         |
|--------------------|----------------|--------------------------|-------------------------|
|                    | Nominal m (dB) | Ecart type $\sigma$ (dB) | Max toléré recette (dB) |
| Répartiteur        | 0.5            | 0.2                      | Nom. + $3\sigma \leq 1$ |
| Prise de bureau    | 1              |                          | 1,5                     |
| Fusion             | 0,1            |                          | 0.15                    |
| Epissure mécanique | 0,15           |                          | 0.3                     |
| Bornier            | 0.15           | 0.1                      | 0.5                     |

Tableau des sanctions - multimodes

#### FIBRE:

|                          | Affaiblissement à 850 nm | Affaiblissement à 1300 nm |
|--------------------------|--------------------------|---------------------------|
| Fibre 62.5 $\mu\text{m}$ | 3.5 dB/km                | 1.5 dB/km                 |
| Fibre 50 $\mu\text{m}$   | 3.2 dB/km                | 1.2 dB/km                 |

Tableau des sanctions pour les fibres multimodes

Nota: Dans des cas marginaux, compte tenu des tolérances sur les dimensions du coeur optique, il est possible de ne pas pouvoir tenir les exigences imposées à la connectique.

La décision d'accepter ou de refuser les connecteurs ne pourra être prise qu'après une analyse plus fine des causes réelles de non conformité.

### 7.3.2 LIAISONS MONOMODES

Chapitre en cours d'élaboration

## 7.4 RECETTE ET DOCUMENT DE RECETTE

Outre les relevés et mesures, la recette comprend également les vérifications visuelles qui consistent à contrôler le cheminement des câbles ( passage de câbles, état du câble, rayons de courbure, lovage des fibres dans répartiteurs, étiquetage, carnet de câbles, etc...).

Le cahier de recette remis au client doit comprendre au minimum l'ensemble des documents suivants:

- plan de recollement,
- plan pour chaque local technique de la constitution des baies,

- carnet de câbles :
  - références du constructeur, nombre et nature de fibre,  $\varnothing$  fibre,
  - PV constructeurs,
  - longueur, extrémité.
- liste des contrôles effectués,
- matériel de mesure employé ( caractéristiques techniques, performances ...),
- réflectogrammes,
- résultats de mesure en terme d'affaiblissement dans les 2 sens pour la fibre et connectique,
- bobines amorces ( caractéristiques de fibre,  $\varnothing$  coeur et affaiblissement linéique),
- signature des différents intervenants.

Ce cahier est un document de référence permettant de suivre l'évolution du réseau (vieillessement...) et d'en faciliter la maintenance. Il est important de conserver les acquisitions sur disquette des réflectogrammes de façon à pouvoir effectuer une superposition de la courbe d'origine avec la courbe après vieillissement de la même liaison.

## 8.1 LES TECHNOLOGIES D'INJECTION

Il existe deux types de sources émettrices permettant de coupler de la lumière dans les fibres:  
Les LED (Light Emitting Diodes) et les LASER (Light Amplification by the Stimulated Emission of Radiation)

### LA LED:

La LED est un composant peu onéreux, utilisé d'abord en association avec des fibres multimodes. Elle présente de manière typique les caractéristiques suivantes :

|                   |  |
|-------------------|--|
| Fenêtre centrale  | 800 à 900 nm et 1250 à 1350 nm             |
| Largeur spectrale | à 850 nm : 40 à 60 nm<br>à 1300 nm: 150 nm |
| Puissance moyenne | -10 à -30 dBm                              |
| Bande passante    | < 200 MHz                                  |

La faible puissance émise les prédestine à des fibres de gros diamètre de coeur donc multimodes.

Les LED les plus économiques fonctionnent dans la fenêtre 850 nm; c'est le choix arrêté pour les applications des réseaux locaux informatiques à courte distance et bas débit; toutefois, ces composants sont limités en bande passante.

### LE LASER:

Le LASER est un composant plus onéreux que la LED, utilisé dans les applications télécom d'abord, en association avec des fibres monomodes. Il présente de manière typique les caractéristiques suivantes :

|                   |                    |
|-------------------|--------------------|
| Fenêtre centrale  | 1300 nm et 1550 nm |
| Largeur spectrale | 1 à 6 nm           |
| Puissance moyenne | -3 à +1dBm         |
| Bande passante    | plus de 1GHz       |

La forte puissance émise leur permet d'attaquer des fibres de diamètres de coeur restreints donc monomodes. Toutefois, leur utilisation est possible sur des fibres multimodes, pour des déports à plus longue distance.

## 8.2 LES DÉTECTEURS DE LUMIÈRE

Les détecteurs de lumière utilisés en transmission optique sont des photodiodes à semi-conducteur. Il existe sur le marché essentiellement deux types de composants :

- la photodiode PIN (P. Intrinsèque N),
- la photodiode à avalanche (APD).

Ce dernier composant, plus onéreux, est surtout utilisé pour les très faibles niveaux de réception.

## 8.3 SPÉCIFICATION GÉNÉRALE DE RACCORDEMENT

Cette spécification définit les caractéristiques minimales sur l'interface optique permettant au produit de s'insérer dans l'architecture du réseau.

Des produits répondant à des spécifications moins sévères pourront être accueillis sur l'infrastructure, sur un sous-ensemble de celle-ci par exemple.

## PRODUITS DESTINÉS AUX DÉPORTS SUR FIBRE MULTIMODE

| Type de produit  | Longueur d'onde | Type d'émetteur | Budget Optique |       | Connectique                     |
|------------------|-----------------|-----------------|----------------|-------|---------------------------------|
|                  |                 |                 | min            | max   |                                 |
| Moyenne distance | 850 nm          | DEL             | 0 dB           | 12 dB | ST <sup>®</sup> / SC / EC / FSD |
|                  | 1300 nm         | DEL             | 0 dB           | 10 dB | ST <sup>®</sup> / SC / EC / FSD |
| Longue distance  | 1300 nm         | Laser           | 0 dB           | 20 dB | ST <sup>®</sup> / SC / EC / FSD |

Le budget optique correspond à l'écart entre la sensibilité maximale du récepteur et le niveau minimal de puissance couplé dans la fibre par l'émetteur.

**La puissance émise par l'émetteur est sous entendue couplée dans une fibre de 62.5/125µm.**

## PRODUITS DESTINÉS AUX DÉPORTS SUR FIBRE MONOMODE

| Type de produit  | Longueur d'onde | Type d'émetteur        | Budget Optique |       | Connectique               |
|------------------|-----------------|------------------------|----------------|-------|---------------------------|
|                  |                 |                        | min            | max   |                           |
| Moyenne distance | 1300nm          | Laser faible puissance | 0 dB           | 20 dB | ST <sup>®</sup> / SC / EC |
| Longue distance  | 1300nm          | Laser                  | 7 dB           | 30 dB | ST <sup>®</sup> / SC / EC |

## 8.4. CONFIGURATIONS ET BUDGET

### CALCUL ET MISE EN OEUVRE D'UNE CHAÎNE DE LIAISON SUR L'ARCHITECTURE

La mise en oeuvre d'une liaison s'effectue, en tenant compte de l'architecture, soit entre points d'accès, soit entre point d'accès et répartiteur, soit entre répartiteurs.

Pour ce faire, un certain nombre de brassages sont réalisés et un certain nombre de points de connectique traversés vont handicaper le budget global de la liaison.

### PERTES ÉLÉMENTAIRES ET RÈGLES DE CUMUL

Le tableau ci dessous reprend les éléments de connectique traversés dans l'architecture:

| niveau | Type      | Nombre traversé | Valeur moyenne (dB) | écart type (dB) | Valeur max (dB) |
|--------|-----------|-----------------|---------------------|-----------------|-----------------|
| PA     | Connexion | 1               | 1                   | 0,2             | 1,5             |
| PB     | bornier   | 1               | 0,15                | 0,1             | 0,5             |
| RA     | Connexion | 2               | 0,5                 | 0,2             | 1               |
| RZ     | épissure  | 1               | 0,15                | 0,1             | 0,3             |
| RB     | Connexion | 2               | 0,5                 | 0,2             | 1               |
| RS     | épissure  | 1               | 0,15                | 0,1             | 0,3             |
| RG     | Connexion | 1               | 0,5                 | 0,2             | 1               |

### Règle de cumul des pertes - Méthode de la loi normale

Chaque composant suit une loi normale caractérisée par sa valeur moyenne  $m_i$  et son écart type  $\sigma_i$ . La liaison constituée par un ensemble de ces composants mis en série suit elle même une loi de distribution normale, de valeur moyenne  $m = \sum m_i$  et d'écart type  $\sigma = (\sum \sigma_i^2)^{1/2}$

La contribution de la connectique au budget d'une liaison peut ensuite être majorée par une approche statistique:

$m+2,5 \sigma$  constitue un majorant du budget pour plus de 99% des liaisons  
 $m+ 3 \sigma$  constitue un majorant du budget pour plus de 99,85% des liaisons

APPLICATION AUX CHAÎNES DE LIAISON MISES EN OEUVRE SUR L'ARCHITECTURE:

Le tableau suivant fournit la valeur majorante de l'atténuation due à la connectique traversée sur une liaison, en fonction de la place de cette liaison dans l'infrastructure. Cette valeur majorante est calculée selon le principe d'une loi normale avec un majorant à  $m + 3\sigma$

| PA  | RA  | RB  | RG  | RB  | RA | PA |
|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|
| 2,8 |     |     |     |     |    |    |
|     | 4,4 |     |     |     |    |    |
|     |     | 5,9 |     |     |    |    |
|     |     |     | 7,3 |     |    |    |
|     |     |     |     | 8   |    |    |
|     |     |     |     |     | 11 |    |
|     | 2,0 |     |     |     |    |    |
|     |     | 3,6 |     |     |    |    |
|     |     |     | 5   |     |    |    |
|     |     |     |     | 5,6 |    |    |

Budget alloué à la connectique (dB)

A titre d'exemple, 4,4 dB représente un majorant de la perte due à la connectique, dans une liaison constituée entre un point d'accès PA et le Répartiteur RB et qui traverse :

PA, RA, RZ, RB

**Application Multimode à 850 nm (resp. 1300 nm)**

Le tableau suivant fournit le budget résultant sur fibre, sur la base d'une application standard présentant un budget optique de 12 dB (resp. 10 dB):

| PA        | RA        | RB        | RG        | RB        | RA            | PA |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------------|----|
| 9,2 (7,2) |           |           |           |           |               |    |
|           | 7,6 (5,6) |           |           |           |               |    |
|           |           | 6,1 (4,1) |           |           |               |    |
|           |           |           | 4,7 (2,7) |           |               |    |
|           |           |           |           | 4 (2)     |               |    |
|           |           |           |           |           | 1(impossible) |    |
|           | 9,9 (7,9) |           |           |           |               |    |
|           |           | 8,4 (6,4) |           |           |               |    |
|           |           |           | 7,0 (5)   |           |               |    |
|           |           |           |           | 6,4 (4,4) |               |    |

Budget résultant pour la fibre (dB) dans le cadre d'une application à 850 nm (resp 1300 nm)

Le tableau suivant retranscrit le budget résultant pour la fibre en kilomètres de fibre pour une application dans la bande 850 nm (resp. 1300 nm).

| PA        | RA         | RB         | RG         | RB         | RA                | PA |
|-----------|------------|------------|------------|------------|-------------------|----|
| 2,6 (4,8) |            |            |            |            |                   |    |
|           | 2,1 (3,7)  |            |            |            |                   |    |
|           |            | 1,75 (2,7) |            |            |                   |    |
|           |            |            | 1,35 (1,8) |            |                   |    |
|           |            |            |            | 1,14 (1,3) |                   |    |
|           |            |            |            |            | 0,28 (impossible) |    |
|           | 2,85 (5,3) |            |            |            |                   |    |
|           |            | 2,4 (4,3)  |            |            |                   |    |
|           |            |            | 2,0 (3,3)  |            |                   |    |
|           |            |            |            | 1,8 (2,9)  |                   |    |

---

Longueur maximale de liaison (m) - application à 850 nm (*resp.* 1300 nm)

## 8.5. STANDARDS APPLICABLES

Les applications considérées ici sont celles définies dans le cadre de l'IEEE et de l'ANSI, en particulier:

|      |        |                                |
|------|--------|--------------------------------|
| IEEE | 802.3  | FOIRL<br>10BASE F - L, B, et P |
| IEEE | 802.5  | J                              |
| ANSI | X3T9.5 | FDDI                           |

Ces organismes se sont attachés à décrire les caractéristiques des interfaces optiques d'entrée et sortie de manière très précise.

### Spécifications générales des fibres préconisées :

| Standard                       | IEEE 802.3   | IEEE 802.5   | ANSI X3T9.5 |
|--------------------------------|--------------|--------------|-------------|
| Type                           | 10 BASE F    | J            | FDDI        |
| Fibre                          | 62,5/125 µm  | 62,5/125 µm  | 62,5/125 µm |
| Ouverture numérique            | 0,275        | 0,275        | 0,275       |
| Fenêtre d'utilisation          | 850 nm       | 850 nm       | 1300 nm     |
| Atténuation dans la fenêtre    | < 3,75 dB/km | < 3,75 dB/km | < 2,5 dB/km |
| Bande passante dans la fenêtre | >160 MHz.km  | >160 MHz.km  | >500 MHz.km |

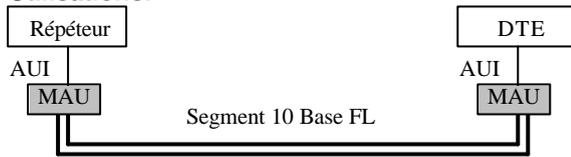
### Spécifications particulières des équipements d'émission et réception :

| Standard  | IEEE 802.3               | IEEE 802.5        | ANSI X3T9.5     |                 |
|---|--------------------------|-------------------|-----------------|-----------------|
| Type  | 10 BASE F                | J                 | FDDI            |                 |
| Connecteur de sortie  | ST                       | FSD               | FSD             |                 |
| Fenêtre d'émission  | 800 nm - 910 nm          | 800 nm - 910 nm   | 1270nm - 1380nm |                 |
| Emission  | <i>P. couplée max</i>    | - 12 dBm          | - 13 dBm        |                 |
|   | <i>P. couplée mini</i>   | <b>- 20 dBm</b>   | <b>- 20 dBm</b> |                 |
| Réception   | <i>P. max admissible</i> | - 12 dBm          | - 14dBm         |                 |
|   | Sensibilité              | <b>- 32,5 dBm</b> | <b>-32 dBm</b>  | <b>- 31 dBm</b> |
| Budget Optique  | minimum                  | 0 dB              | 0 dB            |                 |
|   | maximum                  | <b>- 12 dB</b>    | <b>- 12 dB</b>  | <b>- 11 dB</b>  |
| Pénalité à appliquer en cas d'utilisation d'une fibre 50/125 µm NA=0,20 |                          | 6 dB max          | 6 dB max        | 2,2 dB          |

Nota: 0 dBm est équivalent à 1mW de puissance lumineuse injectée

## 10 BASE F

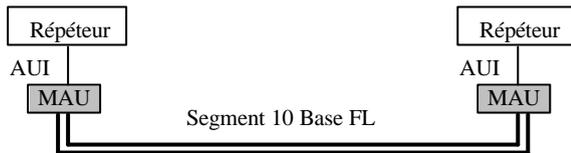
### Utilisations:



### Configuration:

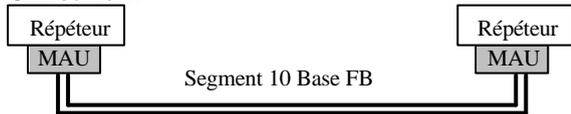
Selon modèle 1 de la norme ISO 8802.3

|              | Répéteur/DTE | Répéteur/Répéteur |
|--------------|--------------|-------------------|
| < 4 segments | 2000 m       | 2000 m            |
| 4 Segments   | 400 m        | 700 m             |
| 5 Segments   | 500 m        | 500 m             |



## 10 BASE FB

### Utilisation:



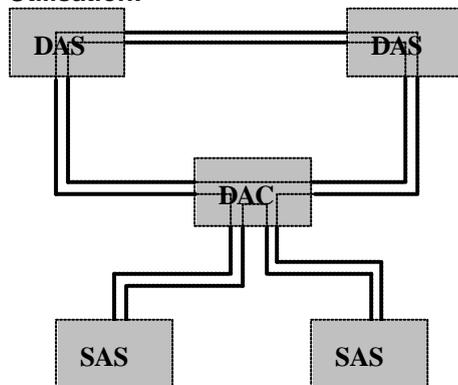
### Configuration:

Selon modèle 1 de la norme ISO 8802.3

|              | Répéteur/DTE | Répéteur/Répéteur |
|--------------|--------------|-------------------|
| < 4 segments | 2000 m       | 2000 m            |
| 4 Segments   | 400 m        | 1000 m            |
| 5 Segments   | 500 m        | 500 m             |

## FDDI

### Utilisation:

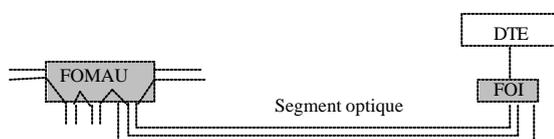
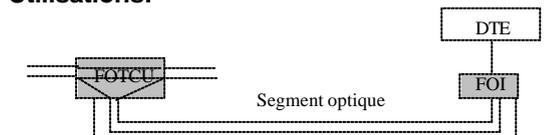


### Configuration:

longueur totale de l'anneau: 200 kms (100 kms en double anneau)  
 distance max entre 2 stations consécutives: 2000 m  
 cette distance est réduite en fonction du nombre de bypass optique utilisée.

## TOKEN RING OPTIQUE

### Utilisations:



### Configuration:

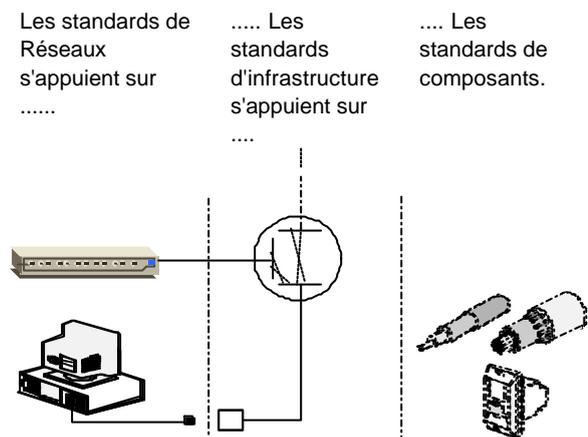
|                    | FOTCU | Régén. | FOTCU non |     |
|--------------------|-------|--------|-----------|-----|
| débit Mbts         | 4     | 16     | 4         | 16  |
| nb Stations        | 250   | 250    | 132       | 132 |
| Elts régénérateurs | 14    | 14     | 132       | 132 |

### FOTCU :

- actif : signalisation "en bande" - Insertion de station, Bypass, etc
- passif : signalisation "hors bande" - liaison métallique supplémentaire

## 9.1 PANORAMA DE LA NORMALISATION

Parmi les axes de travail du C.R.E.D.O, la normalisation est une préoccupation fondamentale. Les différentes spécifications décrites dans cet ouvrage s'appuient, en les complétant, sur les travaux réalisés dans le cadre de différents comités de normalisation. Il convient de distinguer à ce titre les différents standards et leurs domaines d'application.



|               | Réseaux                          | Infrastructures | Composants    |
|---------------|----------------------------------|-----------------|---------------|
| International | ISO par l'IEEE et l'ANSI - UIT/T | ISO/IEC         | CEI - UIT/T   |
| Européen      | ETSI                             | CENELEC         | CENELEC, CECC |
| Etats Unis    | IEEE - ANSI                      | EIA/TIA         | EIA/TIA       |
| France        |                                  | AFNOR, UTE      | AFNOR, UTE    |

### LES ORGANISMES DE NORMALISATION INTERNATIONAUX.

Les grandes organisations internationales de normalisation sont au nombre de trois :

#### **International Standards Organization : ISO.**

Cet organisme traite tous les domaines sauf celui de l'électrotechnique. Il intervient sur les domaines concernés, en association avec la CEI dans le cadre de l'ISO - CEI JTC1 qui traite notamment des standards génériques de câblage et des applications de réseaux locaux en liaison avec l'IEEE et l'ANSI.

#### **Commission Electrotechnique Internationale : CEI.**

Cette commission regroupe plus de quarante pays représentés chacun par leur Comité National. Elle traite plus particulièrement des domaines de l'électrotechnique, notamment les fibres, les câbles, les connecteurs et autres composants passifs. La CEI agit en toute autonomie mais en liaison étroite avec l'ISO.

#### **Union Internationale des Télécommunications: UIT (anciennement CCITT).**

Cette Union est composée de membres issus des exploitants des réseaux publics, qu'ils soient administration ou entreprise. Tous les quatre ans l'assemblée plénière adopte des recommandations élaborées par des commissions chargées chacune d'un domaine déterminé. Le comité UIT-T, ex CCITT prend en compte le domaine des télécommunications.

### LES ORGANISMES DE NORMALISATION EUROPÉENS.

#### **Le Comité Européen de Normalisation Electrotechnique (CENELEC).**

Ce comité, composé de représentants des organismes nationaux membres du CEN, couvre les besoins européens en matière de préparation et de mise en oeuvre des normes applicables à tout équipement électrique et électronique à usage domestique et industriel

Le CENELEC intervient sur le domaine des standards génériques de câblage, en s'inspirant des travaux de l'ISO IEC JTC1, et en adaptant ces travaux aux dispositions particulières européennes.

## LES ORGANISMES DE NORMALISATION FRANÇAIS.

### **Union Technique de l'Electricité : UTE.**

Cette association privée est chargée de la normalisation dans le domaine de l'électrotechnique et de l'électronique. Elle est le représentant français du CENELEC.

Les membres de l'UTE sont entre autres les représentants des différents syndicats professionnels (tels que la FIEE, la FNEE, le SERCE, le SIT, le SPER, le SYCABEL, etc...) et de grandes Entreprises (telles que l'EDF, FRANCE TELECOM, la SNCF, la RATP, etc...)

### **Comité Electrotechnique Français : CEF.**

Membre de la CEI, il exerce ses activités dans le cadre de l'UTE. Il a pour rôle de défendre les positions françaises à la CEI.

### **Association Française de Normalisation : AFNOR.**

L'AFNOR est une association de loi 1901, composée de près de 5500 entreprises adhérentes. Sa mission est d'animer et de coordonner le processus d'élaboration des normes et de promouvoir leur application. Elle est la branche française du système européen de normalisation (CEN).

Les composants propres à la transmission optique normalisés par ces différentes instances sont essentiellement : les fibres, les câbles et les moyens de raccordement.

## LES ORGANISMES DE NORMALISATION AMÉRICAINS.

### **l'IEEE**

Cette association scientifique américaine est à l'origine de nombreux standards « applicatifs » dans le domaine des réseaux locaux, comme Ethernet ou Token Ring, définis au sein du groupe 802.

### **L'ANSI : American National Standard Institute**

Cet organisme national américain joue le rôle de l'AFNOR en FRANCE. Il est par ailleurs à l'origine des standards de type FDDI dans le cadre des travaux du X3T9.

### **L'EIA - TIA :**

Cet organisme est à l'origine de nombreux standards connus tels que les Rsxxx (RS232, RS422..). Il est également à l'origine du premier standard « générique » de câblage, l'EIA / TIA 568.

## 9.2 LES STANDARDS DE COMPOSANTS

En ce qui concerne les composants passifs, la situation est relativement simple, puisque ce sont le Comité Electrotechnique International (CEI) et l'UIT (CCITT) qui émettent la quasi-totalité des normes et recommandations.

### LES FIBRES OPTIQUES (NFC 93-842)

Elles sont classées en deux grandes catégories :

- la catégorie A pour les fibres multimodes
- la catégorie B pour les fibres monomodes

| Catégorie | Fibre     | Type de fibre         | Profil             | Exemple                          |
|-----------|-----------|-----------------------|--------------------|----------------------------------|
| A1        | Multimode | Silice / Silice       | Gradient d'indices | 50/125 µm 62,5/125 µm; 85/125 µm |
| A2        | Multimode | Silice / Silice       | Saut d'indices     | 100/140 µm                       |
| A3        | Multimode | Silice / Silicone     |                    | PCS200, PCS400                   |
| A4        | Multimode | Plastique / Plastique |                    |                                  |

|    |          |                 |            |
|----|----------|-----------------|------------|
| B1 | Monomode | Silice / Silice | 9,5/125 µm |
|----|----------|-----------------|------------|

## LES CONNECTEURS

L'ensemble des produits normalisés est regroupé dans la série de normes publiées par l'AFNOR dans la rubrique NFC 93 800. Ces standards découlent, en ce qui concerne les connecteurs optiques, des travaux du Comité Technique n°86 de la CEI.

|                        |                                     |   |
|------------------------|-------------------------------------|---|
| ST <sup>®</sup>        | CEI874-10<br>type<br>BFOC 2.5       | Le « <b>ST<sup>R</sup></b> » est à l'origine un produit AT&T introduit en 1985. C'est un connecteur à baïonnette de type "tourner-pousser". Il réalise un accouplement optique de type fibre à fibre par alignement de deux ferrules céramique ou métal dans un raccord cylindrique.<br>C'est aujourd'hui un des standards les plus utilisés au monde du fait de la grande diversité d'approvisionnement. C'est un connecteur qui est majoritairement utilisé pour les fibres multimodes. - <b>ST<sup>R</sup></b> est une marque déposée de AT & T  |
| SC                     | CEI874-14<br>type<br>SC             | Le « <b>Subscriber Connector</b> » a été développé par NTT en 1986 Il dispose également d'une ferrule céramique; basé sur le principe "push-pull" de section rectangulaire. Il présente de faibles pertes d'insertion et offre en version APC un taux de réflexion élevé. De plus, du fait de sa section rectangulaire, son intégration est aisée sur les panneaux de traversée et sa géométrie permet d'optimiser l'espace disponible.   |
| CONIX <sup>®</sup>     | CEI 874-1                           | Le « <b>CONIX</b> » a été développé par Cie DEUTSCH pour les réseaux DATACOM, en particulier pour le point d'accès « abonné ». C'est un connecteur « grand public », bas coût, adapté à la manipulation sur site par un usager non spécialisé. Ce connecteur multimode clipsable est basé sur une technique d'élargissement de faisceau. De performances moyennes (Perte d'insertion typique de 1 db), cette technologie offre peu de sensibilité à la poussière, une protection mécanique de la fibre, une bonne nettoyabilité de l'embout et peu de sensibilité au mauvais positionnement. Il existe en versions simplex, duplex et en prise murale 45x45 |
| OPTOCLIP2 <sup>®</sup> | CEI 874-1<br>type<br>CFO10          | L' « <b>OPTOCLIP2</b> » a été développé par Cie DEUTSCH, et se définit en tant qu'élément d'interconnexion monomode et multimode. Il présente des caractéristiques optiques proches de l'épissure (Perte d'insertion <0,2db et taux de réflexion <60db) et des caractéristiques mécaniques identiques à celles d'un connecteur. C'est un concept bas coût de mise en oeuvre facile et rapide. Il est aujourd'hui disponible en multisources - MOLEX, HUBER SUHNER et Cie DEUTSCH.   |
| EC                     | CEI874-13<br>type<br>CFO8           | Le « <b>European Connector</b> » a été développé par la Société RADIALL pour le programme RACE (Research and development in Advanced Communication technologies in Europe). De type "push-pull", ce connecteur rectangulaire est basé sur une technologie d'alignement Sphère - Cône et permet de connecter des fibres multimodes et monomodes. Faible coût, facile à installer, présente une faible valeur d'insertion et une valeur d'affaiblissement de réflexion élevée (meilleure que 60 dB).  |
| FDDI                   | ANSI<br>X3T9.5<br>type<br>MIC ouFSD | Le « <b>FSD</b> », connecteur FDDI (Fiber Distributed Data Interface) a été développé en 1984 et est aussi connu sous le nom de « Média Interface Connector » (MIC) ou « Fixed Shroud Duplex » (FSD). Il est utilisé en mode duplex.<br>Dans la même catégorie, récemment IBM a développé le connecteur ESCON (Entreprise Systems Connexion architecture) pour les communications à haut débit utilisables sur les réseaux FDDI, Ethernet et Token Ring.  |

## LES CONTENANTS

Les différents contenants, armoires, tiroirs, têtes de câbles peuvent être définis, en particulier, par leur indice de protection (IP) et de tenue aux chocs (IK).

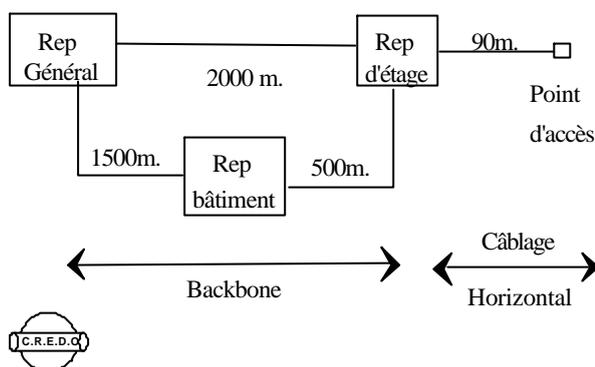
L'indice de protection se définit à l'aide de deux chiffres (IP55 par exemple); le premier chiffre caractérise la protection contre les corps solides (Graduel de 0 - pas de protection à 6 - étanche à la poussière); le second chiffre caractérise la protection contre la pénétration d'eau (Graduel de 0 - pas de protection à 8 - protégé contre les effets de l'immersion).

En pratique, dans certains environnements sévères, en particulier industriels, un indice de protection de type IP55 (Protection contre la poussière et protection contre les jets d'eau) pourra être imposé aux enceintes (armoires et tiroirs) qui protègent la connectique optique.

## 9.3 LES STANDARDS GÉNÉRIQUES

Les standards génériques ISO/IEC 11801 et CENELEC EN50173 concernent des infrastructures de câblage pour des sites géographiquement limités. Ils intègrent les technologies optiques dans leurs architectures, néanmoins, force est de constater, malheureusement, que l'optique y fait encore figure de parent pauvre

L'utilisation de la fibre, d'abord prévue en backbone, a ensuite été intégrée dans la distribution horizontale jusqu'au point d'accès. Les architectures définies s'appuient d'abord sur des technologies en paire symétrique qu'elles complètent par l'utilisation de la fibre.



|                    | ISO/IEC 11801           |                             |
|--------------------|-------------------------|-----------------------------|
|                    | Préféré                 | Alternative                 |
| <b>Horizontal</b>  |                         |                             |
| Câbles 90m max     | 2 FO 62.5/125 µm        | 2 FO 50/125 µm              |
| Point d'accès      | optionnel               |                             |
| <b>Backbone</b>    |                         |                             |
| Câbles             | FO 62.5/125 µm          | FO monomode<br>FO 50/125 µm |
| <b>Connectique</b> |                         |                             |
|                    | SC (ST sous conditions) |                             |

*choix technologiques actuels*

### LES LACUNES CONSTATÉES:

**Architecture** : ces prescriptions influencées par le "cuivre" se révèlent inapplicables dans de nombreuses configurations, de par leur périmètre restrictif et ne tirent pas bénéfice des énormes possibilités offertes par la fibre optique:

- envergure de site et architecture (arborescence à 3 niveaux, périmètre limité à 3000 m).
- limitation de la distribution horizontale (90 m).

**Composants** : plusieurs points sont incomplètement traités ou sujets à amendements :

- La caractérisation des composants porte exclusivement sur les fonctionnalités et performances; elle ne garantit pas l'adaptation et l'interopérabilité des différents composants, entre eux.
- Les choix arrêtés en matière de connectique sont restrictifs et peu adaptés à la distribution terminale.

**Performances et sanctions** : les valeurs et caractérisations proposées pour chaque lien de l'architecture excluent l'utilisation de la fibre dans la distribution horizontale.

**Tests et recette** : les mesures et contrôles proposés ne permettent pas de garantir un niveau de qualité et de longévité des liaisons suffisant.

Les différents éléments présentés reprennent, en les synthétisant, les développements des documents suivants:

## DOCUMENTS DE SPÉCIFICATIONS C.R.E.D.O :

|    |    |   |                                       |
|----|----|---|---------------------------------------|
| SP | 00 | 0 | Spécification générale d'architecture |
| SP | 01 | 3 | Spécification câbles                  |
| SP | 02 | 3 | Spécification connectique             |
| SP | 03 | 3 | Spécification mesures et recette      |
| SP | 04 | 0 | Spécification applications            |

## STANDARDS GÉNÉRIQUES DE CÂBLAGE :

|               |  |
|---------------|--|
| ISO/IEC 11801 | Information Technology - Generic cabling for customer premises |
| EN 50173      | Information Technology - Generic cabling systems               |

## STANDARDS D'APPLICATIONS :

|                  |   |
|------------------|---|
| ISO 8802.3       | Carrier sense multiple access with collision detection (CSMA/CD) access method and physical layer specification - type 10BASE F |
| IEEE 802.5 partJ | Trial Use standard for: Token Ring Fiberoptic Station Attachment.   |
| ANSI X3T9.5      | Fiber Distributed Data Interface.   |

## STANDARDS CONNECTIQUE :

|                                       |
|---------------------------------------|
| Norme US BELL CORE TRNWT 000 326 ed 3 |
| Norme Europe CEI 874-1 / CECC 86000   |

## STANDARDS FIBRES ET CÂBLES :

|   |   |
|---|---|
| CEI 62.2.3.                             |   |
| CEI/IEC 793-1                           | Fibres optiques - Spécification générique |
| CEI 793-2                               |   |
| CEI 794-1                               |   |
| EIA/TIA 568                             |   |
| EN 187000                               |   |
| EN 188000-206                           |   |
| Fiches produits des différents fibreurs |   |
| FOTAG IEE 802.8.                        |   |
| NF C 32.062                             |   |
| NF C 32.070                             |   |
| NF C 93.256 & 20.2                      |   |
| NF C 93.842                             |   |
| NF C 93.850 E4                          |   |
| NFC 93 482 MD                           |   |
| UIT G 651                               |   |
| UIT G 652                               |   |

