



# TECHNOLOGIES ET COMPOSANTS DU RÉSEAU D'ACCÈS

*Le modèle français*



En 2017, le CREDO a publié un guide sur le « Déploiement des réseaux FTTH en ZMD, le modèle français ». Ce guide est le fruit d'un travail important des membres. Il explore l'intégralité des thématiques liées à ces réseaux.

Tous les aspects y sont traités :

- le cadre législatif et réglementaire,
- les modes de passation des marchés,
- les phases de déroulement du projet,
- les recommandations, spécifications techniques et architectures,
- les phases d'études,
- les technologies, les composants,
- le process de déploiement,
- l'activation des réseaux,
- la qualification, l'exploitation et la maintenance des réseaux.

Avec ce guide, le CREDO poursuit un travail d'accompagnement, engagé depuis plusieurs années. Il participe à l'industrialisation et à l'harmonisation des processus d'étude, de déploiement et de qualification des réseaux FTTH avec toujours le même objectif, la réussite du plan France Très Haut Débit.

Lors de la conception du guide, les travaux sur les technologies et composants ont apporté beaucoup de matière. Un travail de synthèse a été réalisé avant son intégration dans le guide, au risque de priver les lecteurs d'informations importantes.

Il nous a semblé juste, au regard du travail réalisé, de mettre à disposition de nos lecteurs ces informations indispensables dans leurs missions de tous les jours, tant pour les concepteurs que pour les équipes amenées à déployer ces technologies et composants.

Un travail éditorial a donc été réalisé pour mettre en forme cette matière. C'est l'objet de ce nouveau guide intitulé « Technologies et Composants du réseau d'accès ».

Ce guide regroupe l'ensemble des composants des couches infrastructure et passive du réseau. Il s'attache à décrire les différentes solutions qui s'offrent aux concepteurs, leurs spécificités et la manière dont ces éléments vont pouvoir être intégrés et déployés.

Ce guide traite tout d'abord de la couche infrastructure : fourreaux, sous-tubage, chambres et matériels pour les réseaux aériens. La partie concernant les lignes aériennes a fait l'objet d'un travail particulièrement bien documenté sur les différents types d'appuis et les solutions qui s'y trouvent associées. Les locaux techniques et les armoires de rue sont abordés dans leur différentes configurations. La couche optique passive est également bien documentée : les fibres, les câbles en fonction de leur environnement, les produits de raccordement et de connectivité.

Ce guide est l'outil indispensable pour les ingénieurs et techniciens en charge de la conception et du déploiement des réseaux FTTH.

Nous vous souhaitons une bonne lecture.

**Le Comité éditorial**

# SOMMAIRE

---

<b>1.1 Composantes du réseau d'accès</b>	<b>8</b>
<b>1.2 Couche infrastructure</b>	<b>9</b>
<b>1.2.1 Les fourreaux</b>	<b>9</b>
1.2.1.1 Les normes liées aux fourreaux Telecom	9
1.2.1.2 Spécifications techniques des fourreaux	9
1.2.1.3 Optimisation du couple câbles/fourreaux	11
1.2.1.4 Comparatif câble/tube en soufflage et tirage	12
1.2.1.5 Les fourreaux pour tranchée standard	12
1.2.1.6 Les fourreaux en rainure ou micro rainure	12
<b>1.2.2 Le sous tubage</b>	<b>13</b>
1.2.2.1 Le sous tubage de fourreaux PVC/PEHD	13
1.2.2.1.1 En conduite occupée PVC ou PEHD	13
1.2.2.1.2 En conduite vide PVC	13
1.2.2.1.3 En fourreaux PEHD	14
1.2.2.1.4 En fourreau TPC	14
1.2.2.2 Le sous tubage des autres types de conduites (acier, eau potable, ...)	14
1.2.2.2.1 En conduite acier	14
1.2.2.2.2 En conduite eau potable	15
1.2.2.2.3 Tubes pour l'immeuble	15
<b>1.2.3 Micro-tubes pour pose en plein terre</b>	<b>15</b>
<b>1.2.4 Les matériels pour l'installation et le raccordement</b>	<b>16</b>
1.2.4.1 Accessoires pour fourreaux	16
1.2.4.2 Accessoires pour micro-tubes	16
1.2.4.3 Boîtiers de dérivation	16
<b>1.2.5 Les chambres et regards</b>	<b>17</b>
<b>1.2.6 Les matériels pour réseaux aériens</b>	<b>20</b>
1.2.6.1 Description poteaux Orange	20
1.2.6.1.1 Appui simple	20
1.2.6.1.2 Renforcement des appuis Orange	20
1.2.6.1.3 Potelets	22
1.2.6.2 Description poteaux Enedis (ex-ERDF)	22
1.2.6.3 Etiquetage	23
1.2.6.4 Descente de poteaux	23
1.2.6.5 Armements pour appuis Orange	24
1.2.6.6 Ancrage et suspension pour appuis Orange	25

1.2.6.7	Armements pour appuis communs Enedis (ERDF) BT ou HTA	25
1.2.6.7.1	Traverse sur poteau bois	25
1.2.6.7.2	Traverse sur poteau rectangulaire en béton	25
1.2.6.7.3	Ferrure d'étoilement	26
1.2.6.7.4	Ferrure d'ancrage renforcée pour appuis Enedis (ERDF) HTA rectangulaires en béton	26
1.2.6.7.5	Ferrure de suspension pour appuis Enedis (ERDF) HTA, poteaux bois ou béton	27
1.2.6.8	Dispositifs d'arrêt et de suspension pour câbles optiques ronds sur réseau Enedis (ERDF) BT et HTA	27
1.2.6.8.1	Pincés d'ancrage à coincement conique	28
1.2.6.8.2	Pincés d'ancrage spiralés	28
1.2.6.8.3	Ancrage spiralé sans sous-couche de protection	29
1.2.6.8.4	Ancrage spiralé avec sous-couche de protection	29
1.2.6.8.5	Dispositifs d'alignement pour câbles optiques ronds sur réseau Enedis (ERDF) BT et HTA	29
1.2.6.8.6	Dispositifs de suspension articulés sous traverse pour courte portée jusqu'à 70 m	30
1.2.6.8.7	Dispositifs de suspension rigides pour courte portée jusqu'à 70 m	30
1.2.6.8.8	Dispositif de suspension articulé sur console pour portée jusqu'à 100 m	30
1.2.6.8.9	Dispositifs de suspension articulés sous traverse pour portée jusqu'à 100 m	30
1.2.6.8.10	Dispositifs de suspension articulés sur console pour portée jusqu'à 100 m	30
1.2.6.8.11	Dispositifs de suspension fusibles sur pince ou console	31
1.2.6.8.12	Suspension spiralée standard sans sous-couche de protection	32
1.2.6.8.13	Suspension spiralée standard avec sous-couche de protection	32
1.2.6.8.14	Suspension spiralée renforcée	32
1.2.6.9	Accessoires de déploiement sur façade	33
1.2.6.9.1	Raccordement en aérien d'un abonné	33
1.2.6.9.2	Réseau tendu sur façade	34
1.2.6.9.3	Réseau non-tendu, posé sur façade	34
1.2.6.10	Dispositifs de lovage de câble	34
<b>1.2.7</b>	<b>Locaux techniques et shelters</b>	<b>37</b>
1.2.7.1	Applications	37
1.2.7.1.1	Le shelter NRO	37
1.2.7.1.2	Le shelter NRO/PM	37
1.2.7.1.3	Le shelter SPO/PM	39
1.2.7.2	Descriptif	40
1.2.7.2.1	Enveloppe extérieure	40
1.2.7.2.2	Aménagement du shelter	43
1.2.7.2.3	Transport et manutention	50

# SOMMAIRE

---

<b>1.3 Couche optique passive</b>	<b>50</b>
<b>1.3.1 Ingénierie et systèmes de câblage</b>	<b>50</b>
<b>1.3.2 La fibre optique</b>	<b>51</b>
1.3.2.1 Généralités	51
1.3.2.2 Fibre monomode G.652D	51
1.3.2.3 Fibre monomode à faible rayon de courbure G.657	51
1.3.2.4 Intérêt de la fibre G 657 A2 dans le réseau d'accès	52
1.3.2.4.1 Macrocourbures et microcourbures	52
1.3.2.4.2 Une insensibilité thermique accrue	53
1.3.2.4.3 Atténuation optique	53
1.3.2.4.4 Réseaux et mise en œuvre	53
1.3.2.4.5 Ré-exploitation des infrastructures existantes	54
1.3.2.4.6 Diminution de seuils de risques	54
1.3.2.4.7 Conclusion	54
<b>1.3.3 Les câbles</b>	<b>55</b>
1.3.3.1 Généralités	55
1.3.3.2 Câbles souterrains	56
1.3.3.2.1 Câbles souterrains forte contenance	56
1.3.3.2.2 Câbles pour pose pleine terre/égoût	57
1.3.3.2.3 Câbles pour pose en fourreaux	58
1.3.3.2.4 Micro-câbles pour pose par portage à l'air/eau en micro-conduite	59
1.3.3.3 Câbles aériens	60
1.3.3.3.1 Généralités	60
1.3.3.3.2 Les caractéristiques attendues des câbles aériens	61
1.3.3.3.3 Le dimensionnement des câbles aériens	63
1.3.3.3.4 Câbles aériens pour réseau électrique HTA	65
1.3.3.3.5 Câbles aériens de distribution sur appuis Télécom ou BT	65
1.3.3.3.6 Câbles aériens de branchement intérieur/extérieur aérien et conduite	67
1.3.3.3.7 Câbles de branchement extérieur aérien et conduite	67
1.3.3.4 Câbles façade	67
1.3.3.4.1 Câbles façade à accessibilité permanente	67
1.3.3.4.2 Câbles façade de branchement extérieur	69
1.3.3.5 Câbles immeuble	69
1.3.3.5.1 Câbles intérieurs de colonne montante	69
1.3.3.5.2 Câbles immeuble de branchement	70
1.3.3.5.3 Cordon abonné	71
1.3.3.6 Câbles pré-connectorisés	71

<b>1.3.4 La connectique optique</b>	<b>71</b>
1.3.4.1 Les épissures	71
1.3.4.1.1 Fusion	72
1.3.4.1.2 Mécanique	72
1.3.4.2 Les connecteurs	72
1.3.4.2.1 Types de connectique	72
1.3.4.2.2 Pigtailes et jarretières	73
1.3.2.2.3 Connecteurs montés terrain	74
1.3.4.2.4 Tableau récapitulatif	75
<b>1.3.5 Les composants optiques spécifiques</b>	<b>75</b>
1.3.5.1 Les coupleurs	75
1.3.5.2 Les composants WDM	80
<b>1.3.6 Les nœuds d'exploitation du réseau</b>	<b>80</b>
1.3.6.1 Le nœud de raccordement optique (NRO)	81
1.3.6.1.1 Les applications	81
1.3.6.1.2 La configuration du NRO	81
1.3.6.1.3 Critères de choix	82
1.3.6.2 Les sous-répartiteurs optiques/point de mutualisation (SRO/PM)	84
1.3.6.2.1 Les SPO/PM en armoires de rue	84
1.3.6.2.1.1 L'application	84
1.3.6.2.1.2 La configuration de l'armoire de rue	85
1.3.6.2.2 Les SPO/PM indoor	87
1.3.6.2.2.1 La configuration du SRO/PM indoor	88
<b>1.3.7 Les boîtiers de raccordement de câbles</b>	<b>88</b>
1.3.7.1 Les boîtiers de raccordement souterrains de collecte/transport hors des zones très denses	90
1.3.7.2 Les boîtiers de raccordement pour la desserte hors zones très denses	90
1.3.7.2.1 Le point de raccordement (PR)	91
1.3.7.2.2 Le point de branchement optique extérieur (PBO)	91
1.3.7.3 Les boîtiers d'immeubles	92
1.3.7.3.1 Les boîtiers de pied d'immeuble (BPI)	93
1.3.7.3.2 Les points de branchement (PBO) –Boîtiers d'étage/boite de palier	93
1.3.7.3.3 Les boîtiers de transition intérieur/extérieur (BTI)	93
1.3.7.3.4 Le dispositif de terminaison intérieur optique (DTIO) et la prise terminale optique (PTO)	94
<b>Liste des contributeurs</b>	<b>95</b>
<b>Liste des publications du CREDO</b>	<b>96</b>

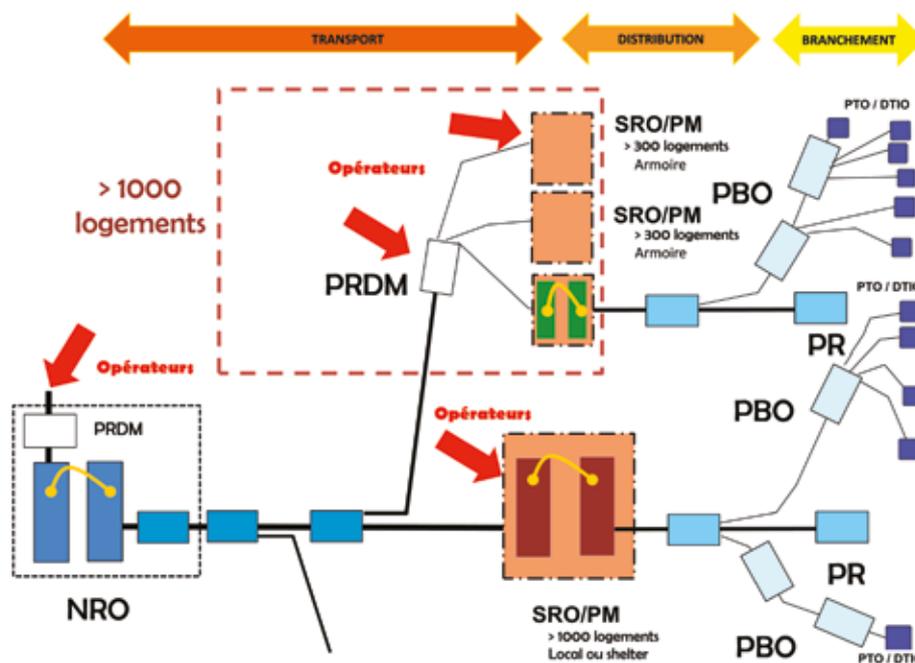
# TECHNOLOGIES ET COMPOSANTS DU RESEAU D'ACCES

Ce Document est une extraction du Chapitre 4 du Guide « Déploiement des Réseaux FTTH en ZMD » paru en novembre 2017. C'est le fruit d'un gros travail de la part de nombreux experts du domaine, aussi nous avons souhaité le publier dans sa version d'origine, c'est-à-dire plus complète et exhaustive que dans le Guide. Il décrit les solutions de câblage et de raccordement couramment employées pour les différents environnements (aérien, souterrain...) rencontrés en zone moins dense.

## 1.1 - COMPOSANTES DU RESEAU D'ACCES

Le schéma ci-dessous représente les différents points constitutifs du réseau afin de pouvoir détailler les matériels associés ci-après. On notera l'apparition de PR (point de raccordement) et des points de dérivation, liés à la construction du réseau, non à son exploitation.

Concernant le PR en particulier, certains opérateurs peuvent décider de créer ce point en amont des PBO, afin de réduire les coûts d'investissements initiaux. Les PBO, au cas où un PR est créé, sont installés au fil de l'eau, en fonction de la demande.



	Répartiteur optique pour NRO. Fermes ou baies.
	Boîte de protection d'épissure de transport située dans une chambre (BPE)
	Répartiteur optique pour point de mutualisation supérieur à 1000 clients. Fermes murales ou baies en local technique ou Shelter (SRO/PM)
	Répartiteur optique pour point de mutualisation supérieur à 300 et inférieur à 1000 clients. Armoires de rue (SRO/PM)
	Boîtier de protection d'épissures de distribution, situé dans une chambre. Il peut servir de point de récupération (PR)
	Point de branchement optique : boîtier de protection d'épissure aérien, poteau ou façade (PBO)
	Prise terminale optique (DTIO/PTO)

Synoptique du réseau d'accès

## 1.2 - COUCHE INFRASTRUCTURE

Lors du déploiement du FTTH hors des zones très denses, les opérateurs tenteront prioritairement de réutiliser les infrastructures existantes : génie civil (GC) existant de l'opérateur historique, appui téléphonique ou électrique (BT/HTA), autres réseaux... Dans ce document, nous traiterons essentiellement des infrastructures souterraines, à l'origine d'investissements élevés, lorsqu'elles doivent être créées. On y retrouvera les fourreaux pour la création de GC et les produits adaptés au sous tubage des infrastructures souterraines existantes.

### 1.2.1 - LES FOURREAUX

Un fourreau est un élément installé initialement directement dans le sol ou en sous tubage pour permettre l'installation d'un câble par tirage, flottage ou soufflage. Il peut être matérialisé par un tube ou un micro-tube

#### 1.2.1.1 - LES NORMES LIEES AUX FOURREAUX TELECOM

Normes	Caractéristiques
NFT 54018	<b>Tube PVC</b> : barre rectiligne rigide de plusieurs mètres, faible coût, maniabilité et simplicité d'installation. <b>Tubes PVC pression</b> : installation des câbles par portage eau ou air possible.
Norme NF330	Répond à l'ensemble des exigences qualitatives pour les tubes et accessoires pour les réseaux télécoms : stress cracking, résistance à la pression, à l'écrasement, au poinçonnement, au choc et à la traction.
NFT 54077 est remplacée depuis 2004 par l'ISO 13 480	<u>Le Stress Cracking</u> est une résistance à la fissuration lente. C'est une conséquence du mécanisme de vieillissement sous l'action d'agent tel l'oxygène de l'air (oxydation + UV). La qualité du PEHD permettra une protection + ou - longue durant le stockage en extérieur ou même des agressions liées aux agents chimiques présents dans les tranchées.
NF EN 921	<u>La Résistance à la pression</u> : paramètre primordial. Le tube PEHD peut être contraint à une pression de 14 bars pour le portage d'un câble à l'air voire à 30 bars en instantané à l'eau.
NF EN 50086-2-4	<u>La Résistance écrasement/poinçonnement /choc et traction (ISO 527)</u> Les meilleures propriétés mécaniques sont obtenues grâce à la qualité de l'enchaînement moléculaire du polymère (PE vierge avec des longueurs des chaînes moléculaires optimales).
NF T54-72	Norme obsolète (elle n'est plus en vigueur depuis 2004)

*Norme fourreaux télécom*

#### 1.2.1.2 - SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES DES FOURREAUX

##### PVC

Les fourreaux PVC sont déconseillés, sauf sur de courtes distances, leur tenue en pression étant trop faible. Ils sont principalement utilisés en agglomération. Ils se présentent sous forme de barre, lisse et sans lubrification intérieure. L'intérêt est son faible coût ainsi que sa simplicité d'utilisation. L'installation des câbles optiques ne pourra se faire que par tirage. Les PVC « Pression » permettent du portage eau / air mais sont beaucoup plus onéreux.

##### PeHD

Dans le cas d'une infrastructure neuve, les fourreaux seront de type Polyéthylène Haute Densité ; ces produits sont adaptés à la pose de câbles optiques ou le sous-tubage par des techniques de soufflage à l'air ou flottage à l'eau.

Suivant le PeHD utilisé, le tube sera plus ou moins raide. Le PeHD 80 est celui qui sera le plus adapté aux besoins d'installations : maniabilité et rigidité. Le PeHD 100 sera plus raide (mémoire d'enroulement importante) et le PeHD 65 sera lui trop souple. On trouvera des PeHD 100 Haute Résistance qui permettront de réutiliser le remblai sans passer par la phase de la couche de sable. Son coût est plus important mais il permet des économies d'infrastructure.

Les coûts du PeHD suivent les cours du pétrole et sont plus ou moins onéreux suivant leur niveau de qualité. Un polyéthylène vierge aura des liaisons moléculaires résistantes et sera moins sensible au stress cracking qu'une matière polyéthylène composée de différents types avec des liaisons et longueurs de chaînes différentes (ex: régénéré de PeHD ou mélange de recyclé → diminution des propriétés mécaniques).

La conséquence directe peut être la fissuration sur touret après quelques jours de stockage (tubes inutilisables) ou la rupture prématurée du tube lors de l'opération du portage du câble donc réparation et surcoût lié au GC. Ce phénomène peut s'exercer plusieurs années après l'installation des tubes et rendre leurs utilisations très compliquées voire impossibles.

En règle générale, on constate une diminution des propriétés mécaniques de l'ordre de 15 à 20% entre un PeHD vierge et un recyclé. Pour ne pas arriver en limite des propriétés mécaniques du tube, il est conseillé de suivre au mieux les préconisations d'installation : préparer la tranchée par un lit de sable afin d'éviter tout choc ou poinçonnement entraînant la déformation ou la perforation due à la présence de pierres plus ou moins anguleuses. Cela pourrait ralentir ou bloquer le câble lors de son installation voire même rendre impossible toute installation.

#### **Tubes et micro tubes PeHD :**

**Tubes standards PeHD :** Ø 18 mm au Ø 90 mm.  
Ces tubes seront utilisés dans la construction des réseaux de communications électroniques (Backbone) mais pourront également être utilisés en sous tubage pour de la desserte.

#### **Micro tubes PeHD :** Ø 5 mm au Ø 16 mm.

Il faut distinguer quatre familles de micro-tubes :

- les tubes pour sous-tubage de fourreaux PeHD,
- les multitubes pour sous-tubage de fourreaux PVC, TPC ou béton,
- les multitubes directement enterrables,
- les tubes pour la pénétration à l'intérieur des immeubles (FLRS0H).

Ces produits seront plutôt utilisés pour assurer les parties transport, distribution et raccordement du réseau de desserte.

On trouvera le plus gros diamètre sur les parties transport et distribution et les plus petits diamètres sur les parties distribution et raccordement.

#### **Lubrification permanente couplée avec un rainurage intérieur des tubes PeHD.**

Les performances d'installation du câble optique ou l'assemblage de tube ou micro tubes par tirage, soufflage ou flottage seront très fortement améliorées par l'utilisation de tubes PEHD à lubrification permanente et rainurage intérieur. Ces deux paramètres techniques combinés permettront de quasiment doubler les performances d'installation (2400 mètres en soufflage à 40 à 50 mètres/minute et 4800 mètres et plus en flottage à 40 à 50 mètres/minute).



*Exemple de tube rainuré*

Dans un tube sec, il faudra utiliser un lubrifiant performant qui pourra remplacer la lubrification permanente du tube. Cette opération doit être faite dans les règles de l'art avec des appareils adaptés.

### 1.2.1.3 - OPTIMISATION DU COUPLE CABLES / FOURREAUX

En général, quelque soit le mode de pose, la section du câble posé ne peut excéder 75% de celle de la conduite. Mais le succès de la pose dépend aussi du type de parcours, de la lubrification, de la longueur, etc.

Par exemple, des essais de soufflage sur parcours type IEC ont montré des performances de pose de 1500 m à plus de 2400 mètre dans des tubes de sous tubage. Ces performances se retrouvent en général sur le terrain, sous réserve que les conduites aient été posées selon les règles de l'art.

A titre indicatif, des associations de diamètres câble / tube sont données ci-dessous :

Dimensions du fourreau (mm)	Dimension maximum du câble (mm)
Ø 18,0 / 22,0	Ø 14,0
Ø 21,6 / 26,0	Ø 17,0
Ø 25,0 / 31,0	Ø 20,0
Ø 26,2 / 32,0	Ø 20,0
Ø 32,6 / 40,0	Ø 25,5
Ø 40,8 / 50,0	Ø 32,0
Ø 51,0 / 63,0	Ø 40,0

*Dimensions de tubes avec indication des diamètres de câble pour pose en tirage*

Capacité du câble en nombre de fibres	Ø intérieur / extérieur micro-tubes pour sous tubage	Ø intérieur / extérieur micro-tubes en enterré
2	3,8 / 5	3,8 / 8
12	5,5 / 7	5,5 / 10
24	6 / 8	6 / 10
36	8 / 10	8 / 12
72	8 / 10	8 / 12
96	10 / 12	10 / 14
144	11 / 14	12 / 16
288	14,8 / 18	

*Dimensions de micro-tubes avec indication des capacités de câbles pour soufflage*

Les indications de diamètres ou capacités sont données à titre indicatif, les caractéristiques des câbles ou tubes pouvant varier entre constructeurs.

#### 1.2.1.4 - COMPARATIF CÂBLE / TUBE EN SOUFFLAGE ET TIRAGE

Deux techniques de pose sont très utilisées pour le souterrain: le tirage et le soufflage. Les caractéristiques des câbles sont différentes suivant ces deux types de pose. Les câbles soufflés (micro câbles) ont des résistances en traction faibles car les efforts aérodynamiques générés lors de l'installation sont répartis sur toute leur longueur. Ils ont en conséquence des diamètres plus faibles.

Ces micro-câbles ne sont pas adaptés au tirage.

**Ex :** Dans un tube de 40x3,5 (33/40) on peut porter 3 câbles de 72 fibres sur une distance de 1500 à 2400 mètres. Dans la gamme standard des câbles, le diamètre sera d'environ 10 mm. Il sera donc impossible de sous tuber avec des micro-tubes de diamètre 16 mm mais il sera également impossible d'installer les 3 câbles dans la conduite même par tirage. La solution sera de changer de technologie de câble en passant sur des micro-câbles (5,4 à 6 mm) toujours de 72 fibres.

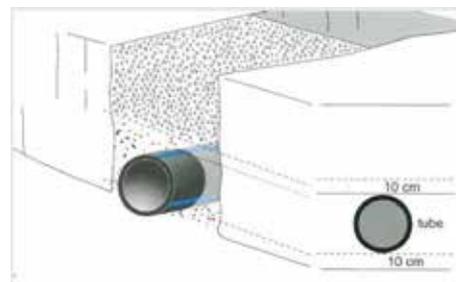
Des solutions sont envisageables :

- 3 micro-tubes indépendants de 10 mm (maxi 4) sur 1000 à 1500 m :
- Portage de 3 câbles 72 fibres,
- Portage d'un assemblage de 5 micro-tubes de 10mm sur 1500 à 2400 m,
- Portage de 3 micro-câbles de 72,
- Possibilité de porter en plus 2 micro-câbles de 72 fibres (évolutivité du réseau)

#### 1.2.1.5 - LES FOURREAUX POUR TRANCHEE STANDARD

La profondeur moyenne d'une tranchée sera d'environ 0,8 m. Elle variera dans sa largeur suivant le besoin.

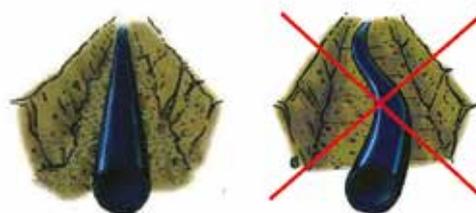
En fond de fouille, il est très fortement conseillé de mettre un lit de sable sur 10 cm sur lequel les tubes PeHD seront installés. Ceux-ci seront ensuite recouverts d'également 10 cm de sable qui les protégera des éventuelles pierres pouvant les endommager et créer un point de rupture lors du portage du câble.



*Fourreau en tranchée standard*

Si le maître d'œuvre ne souhaite pas mettre de lit de sable pour ne pas gérer la rotation des camions (terre, sable, béton), il a la possibilité de s'en affranchir en utilisant un Tube PEHD 100RC. La qualité du tube protégera le tube d'une fissuration lente pouvant être générée par le poinçonnement d'une pierre lors du recouvrement via le tout-venant. Cette solution peut s'avérer plus économique sur la globalité du projet.

Dans tous les cas, il est indispensable que le tube soit tendu et maintenu en fond de fouille avant tout couvrement quelques matériaux utilisés : sable + béton, sable + terre, béton, tout-venant.



*Pose du PEHD en fond de fouille*

#### 1.2.1.6 - LES FOURREAUX EN RAINURE OU MICRO RAINURE

La rainure ou micro rainure variera en largeur et en profondeur suivant le lieu de pose et du produit à installer.

Installation d'une nappe de micro-tubes :

Il sera préférable en micro tranchage d'utiliser une trancheuse équipée d'une conduite d'aspiration pour maximiser la profondeur de la tranchée. En effet, pour une largeur de tranchée de 2 à 5 cm et une profondeur de 25 cm, on peut très facilement avoir 5 cm de poussière. Si la trancheuse rencontre un obstacle, la trancheuse devra remonter d'autant pour l'éviter (entre 5 à 10 cm). La tranchée devra être la plus rectiligne possible et pour les courbes, celles-ci devront respecter le rayon de courbure maxi du câble optique.



Assemblage de micro-tubes en nappe et pose en rainure

La nappe de micro tubes devra plutôt être placée verticalement dans la tranchée. Elle peut également être installée horizontalement en fond de fouille mais les passages avec courbures seront plus difficiles à négocier.

### 1.2.2 - LE SOUS TUBAGE

#### 1.2.2.1 - LE SOUS TUBAGE DE FOURREAUX PVC / PEHD

##### 1.2.2.1.1 - EN CONDUITE OCCUPÉE PVC OU PEHD

Dans une conduite occupée d'un câble, il est possible d'installer une nappe de 2 ou 4 micro-tubes qui va épouser la forme du tube PEHD. Elle sera installée par tirage via un treuil avec enregistreur de force. A son extrémité, on pourra utiliser une chaussette ou des clous de tirage ainsi qu'un émerillon.



Réhabilitation génie civil

Si la conduite présente un taux d'occupation ne laissant pas la possibilité de déployer un sous-tubage rigide, il est préférable d'utiliser une gaine textile. Ces gaines textiles sont des systèmes de sous-tubage mono ou multi-alvéolaires pré-aiguillés et lubrifiés qui permettent d'optimiser jusqu'à 3 fois le taux d'occupation d'un fourreau. Elle se compose de mono filaments en nylon et polyester tissées de façon à offrir la meilleure résistance mécanique

possible et d'améliorer le coefficient de friction entre la gaine, le fourreau et le câble. Son installation ne pourra se faire que par tirage.



Réhabilitation génie civil

Largeur de la gaine	Ø max du câble	Nombre d'alvéoles
32 mm	12 mm	1
32 mm	12 mm	2
36 mm	14 mm	1
36 mm	14 mm	2
36 mm	14 mm	3
40 mm	16 mm	1
40 mm	16 mm	2
40 mm	16 mm	3
44 mm	18 mm	1
44 mm	18 mm	2
44 mm	18 mm	3
48 mm	20 mm	1
52 mm	22 mm	1

Dimensions des sous-tubages avec indication des capacités de câbles

##### 1.2.2.1.2 - EN CONDUITE VIDE PVC

En conduite PVC vide, le sous tubage pourra être réalisé par l'installation de micro-tubes indépendants ou des assemblages de micro-tubes. Ils seront installés par tirage (treuil avec enregistreur de force + clous de tirage ou chaussette de tirage + émerillon).

Seul l'assemblage de micro-tubes pourra être installé sur 300 à 650 mètres poussé sans air et avec des vitesses de 30 à 40 mètres minute par une machine de portage.



Micro-tubes assemblés

Il est également possible de l'installer en tirage mais sur courte distance (inférieure à 1000 mètres).

#### Emerillon



#### Chaussette de tirage



Accessoires de tirage



Taux de remplissage = environ 86%



Taux de remplissage = environ 85%

Section d'un fourreau PeHD avec micro-tubes assemblés



Pose de micro-tubes dans conduite PeHD

### 1.2.2.1.3 - EN FOURREAUX PEHD

Les micro-tubes indépendants pourront être installés avec une machine de portage à l'air. L'installateur devra pressuriser chaque micro-tube avant de porter l'ensemble. Cette solution laisse l'opportunité d'une gestion de tourets plus ouverte pour installer 1, 2, 3, 4 ou plusieurs tubes dans une conduite vide. Par contre, les distances de portage seront d'environ 1000 à 1200 mètres maxi suivant la difficulté du parcours. Il arrive que les micro-tubes s'entremêlent.



Section d'un fourreau PeHD avec micro-tubes indépendants

Un assemblage de micro-tubes pourra être soufflé jusqu'à 2500 mètres à une vitesse d'environ 35 à 45 mètres par minute. L'étape assez longue de pressurisation des micro-tubes sera supprimée grâce à l'utilisation d'un bouchon thermique. Un touret unique permettra une installation simple et rapide en zone dangereuse, par exemple le long de voie ferrée ou sur le réseau routier ou autoroutier.

### 1.2.2.1.4 - EN FOURREAUX TPC

En conduite TPC intérieur lisse ou annelé, les produits utilisés (tubes standards ou assemblages de micro-tubes) devront avoir une bonne résistance à l'étirement. On utilisera donc des assemblages de micro tubes avec une gaine de protection type tube standard ou des assemblages de micro-tubes directement enterrables.



Section d'un fourreau avec micro-tubes assemblés

Ils seront installés par tirage (treuil avec enregistreur de force + clous de tirage ou chaussette de tirage + émerillon)

### 1.2.2.2 - LE SOUS TUBAGE DES AUTRES TYPES DE CONDUITES (ACIER, EAU POTABLE ...)

#### 1.2.2.2.1 - EN CONDUITE ACIER

En conduite TPC intérieur lisse ou annelé, les produits utilisés (tubes standards ou assemblages de micro-tubes) devront avoir une bonne résistance à l'étirement. On utilisera donc des assemblages de micro tubes avec une gaine de protection type tube standard ou des assemblages de micro-tubes directement enterrables.

#### 1.2.2.2.2 - EN CONDUITE EAU POTABLE

Le PeHD utilisé devra en plus être alimentaire. Les méthodes d'installations varieront suivant les contraintes du réseau.

#### 1.2.2.2.3 - TUBES POUR L'IMMEUBLE

Il est préconisé d'utiliser des tubes FRLSOH, sans flamme et sans halogène. On y retrouvera une gamme de tubes (Ø 18 à Ø 40 mm) et micro tubes unitaires (Ø 5 à Ø 16 mm) ou assemblés (mixte).



*Micro-tubes et assemblage de micro-tubes FRLSOH*

Ces produits pourront être installés dans des logements neufs en attente du câble optique ou dans des logements anciens pour le passage de la fibre optique jusqu'à l'abonné. Ils pourront être installés par tirage, poussage, voire par portage à l'air dans certains cas.

### 1.2.3 - MICRO-TUBES POUR POSE EN PLEINE TERRE

Le choix et le dimensionnement des micro-tubes :



*Micro-tubes et assemblage de micro-tubes enterrables*

Seule l'épaisseur diffère entre un micro-tube de sous-tubage et un micro-tube enterrable. Un micro-tube enterré doit résister à toutes sortes d'agressions : pression du remblai qui l'entoure, pressions intérieures extérieures aux tubes, pierres, etc. Ils ont également les mêmes caractéristiques que les tubes standard (PeHD 80) : résistance au stress cracking, résistance à la pression, à l'écrasement, etc. Le choix du diamètre intérieur du micro-tube dépendra du choix du câble et de la capacité en nombre de fibres de celui-ci. Dans des micro-tubes rainurés et lubrifiés, on retrouve les mêmes performances de portage que dans les tubes standard : suivant la difficulté des parcours entre 1500 et 2500 mètres à l'air, et au-delà de 2400 mètres à l'eau. Effectivement, autant le portage à l'eau

dans des micro-tubes de sous-tubage peut être critique si les pressions de portage ne sont pas respectées à la lettre, autant le micro-tube enterré a une résistance à la pression permettant des flottages en toute sécurité et ceci sur de longues distances. Il est néanmoins primordial de respecter les pressions maximales indiquées dans les fiches techniques des fabricants. Il faudra éviter un taux de remplissage supérieur à 75 %. Dans certains cas, l'installation pourra se faire mais en prenant toutes les sécurités d'usage.

On pourra également choisir l'option d'un assemblage de micro-tubes qui sera soit muni d'une gaine de protection pour de l'enterré, soit un assemblage de micro-tubes directement enterrable. Cette deuxième solution devient presque une généralité. L'avantage est qu'en partant d'un point A avec un assemblage de micro-tube (ex : 7x(10/14) ) et lorsqu'il est envisagé de faire une dérivation, il suffit de couper simplement, rapidement et en toute sécurité la gaine d'assemblage, de prendre le micro-tube que l'on souhaite dériver, de le couper et de prolonger le parcours jusqu'au point B (ex maison de lottissement, entreprise d'une ZI, un magasin d'un ZA,...). L'avantage est que depuis le point A, il sera possible de souffler le micro-câble jusqu'au point B, C, D, etc...



*Mise en œuvre simple et rapide*

Le choix du nombre de micro-tubes et sa composition dépendront des besoins en nombre de fibres et de l'évolutivité du réseau télécom. On pourra même mixer les diamètres des micro-tubes suivant la capacité des câbles.



Exemples d'assemblage de microtubes

## 1.2.4 - LES MATERIELS POUR L'INSTALLATION ET LE RACCORDEMENT

### 1.2.4.1 - ACCESSOIRES POUR FOURREAUX

Pour assurer le raccordement de deux fourreaux entre eux, il faudra disposer de :

- coupe tube ;
- outil de chanfreinage ;
- manchon.

Les fourreaux en attente sont obturés après réception par des bouchons appropriés.



Accessoires pour fourreaux

### 1.2.4.2 - ACCESSOIRES POUR MICRO-TUBES



Raccords pour micro-tubes, boîte de lavage micro-câble

Une norme Européenne, en cours de rédaction, définit les caractéristiques des bouchons, des raccords droits, des raccords passe câble avec étanchéité à l'eau ou au gaz (pour pénétrer dans les immeubles).

Les raccords et bouchons doivent être garantis pour la même pression d'utilisation que les conduites.

La force d'extraction du raccord doit être supérieure à 50N.

### 1.2.4.3 - BOÎTIERS DE DÉRIVATION

Dans le cas de la dérivation d'un ou plusieurs micro-tubes provenant d'un multitube, on protège la ou les dérivation au moyen d'un boîtier assurant une protection mécanique, en chambre ou directement enterré.



Boîtiers de dérivation

Le système de dérivation doit permettre de garantir un rayon de courbure minimal sur les micro-tubes :

Diamètre extérieur micro-tube Ø mm	Rayon de courbure minimum mm
5	60
8	200
10	240

Rayons de courbure applicables aux micro-tubes

Il en existe de différents types. Il est préférable de les choisir étanches (IP68) et résistants à l'écrasement (IP67). Sans protection étanche les liquides peuvent très facilement remonter le long du câble en adduction et pénétrer dans des zones avec des éléments actifs.

## 1.2.5 - LES CHAMBRES ET REGARDS

Les différents types de chambre :

Les chambres utilisées répondent aux normes NF P 98050 et NF P 98051. Une chambre de tirage est composée des sous-ensembles suivants :

- une ossature classiquement en béton armé correspondant à la chambre proprement dite,
- une rehausse éventuelle permettant la compensation d'une élévation ou d'un dénivelé du sol ;
- une grille de protection ;
- un cadre en acier ;
- un ou plusieurs tampons.

Chaque chambre comprend :

- des masques permettant une pénétration multitubulaire (des fourreaux PVC ou PEHD, micro-conduites) ;
- un puisard (cône en partie basse) pour l'évacuation des eaux de pluie et d'infiltration ;
- des accessoires pour accès chambres :  
Les crosses et échelons de descente permettent l'accès à la chambre. Ils sont directement scellés sur la paroi.
- Des accessoires de fixation, lovage et gestion des câbles :

### Poteau pour consoles et consoles :

Le poteau est fixé par boulonnage ou scellement (chambre béton). Il permet d'accueillir des consoles d'ordonnement, destiné à gérer et à fixer les câbles et les boîtiers de raccordement. Les consoles se boulonnent sur les poteaux.



### Herses et supports :

Ils remplissent également la fonction d'ordonnement des câbles dans la chambre, toutefois les herses sont amovibles ce qui facilite les interventions des techniciens. Les supports sont fixés par

boulonnage ou scellement. Les herses se clipsent ensuite directement sur les supports.



### Anneaux de tirage :

Ces dispositifs offrent un point d'ancrage permettant l'accroche des filins d'aiguillage, l'accroche d'un sous tubage textile, ou encore l'arrimage des machines de déploiement (treuil, souffleuse, transporteur de câbles).



Chambre béton et accessoires

Les dimensions des chambres sont adaptées à leur utilisation :

- tirage ;
- stockage ou lovage de câble ;
- raccordement / distribution.
- Regard de branchement

Au droit des points stratégiques (desserte de zone, interconnexion avec un autre réseau, etc.), des chambres propres à chaque utilisateur et dédiées au raccordement seront implantées à

proximité immédiate des chambres mutualisées. Ces chambres sont appelées par la suite chambres de raccordement. Ce même type de chambres peut être implanté régulièrement afin d'assurer un lovage de câble en vue des futurs raccordements.

Les chambres implantées en accotement, sur trottoir

Les chambres implantées en accotement sont de type LxT.

Chambre	Dimension intérieure L x l x P (cm)	Cas d'emploi
L0T	42x24x30	Dérivation avec ou sans épissure
L1T	52x38x60	Dérivation avec ou sans épissure
L2T	116x38x60	Dérivation petits câbles ou multi conduites
L3T	138x52x60	Dérivation avec épissure
L4T	187x52x60	Dérivation avec épissure
L5T	179x88x120	Dérivation avec épissure
L6T	242x88x120	Dérivation avec épissure

*Types de chambres sous trottoir*

Tampon : ces chambres peuvent être équipées de tampon type 125kN ou 250kN.

Les chambres installées sous chaussée

Les chambres implantées sous chaussée sont de

type KxC. La norme définit 3 tailles pour ce type de chambre.

Chambre	Dimension intérieure L x l x P (cm)	Cas d'emploi
K1C	75x75x75	Dérivation petits câbles ou multi conduites
K2C	150x75x75	Dérivations avec épissures
K3C	225x75x75	Dérivations avec épissures

*Types de chambres sous chaussée*

Tampon : ces chambres doivent être équipées de tampon type 400kN.

### Regards de branchement

Les regards incluent souvent cuve et tampon en matériaux synthétiques armés de fibres de verre. Placé dans un domaine privatif, ils permettent de tirer et de raccorder les lignes souterraines de télécommunication.

Ils sont conformes au guide UTE C15-900 : cohabitation entre réseaux de communication et d'énergie.



Regards de branchement

### Les chambres composites (PVR ou SMC)

En lieu et place de la plupart des chambres traditionnelles, sous chaussée ou en zone piétonnière on peut utiliser des chambres et regards en polyester renforcé de verre (PVR). C'est un matériau non soumis à la corrosion offrant une tenue élevée aux chocs. Ces chambres se composent soit de sections complètes de 15 cm de hauteur qui s'emboîtent les unes sur les autres ou sont monoblocs. Très résistantes (40 tonnes à la charge verticale et plus de 200 kg/cm<sup>2</sup> à la charge latérale), ces chambres en matériaux SMC sont disponibles en kit à monter ou pré monté. Elles autorisent une manipulation par une seule personne (poids d'une section environ 25 kg). La mise en œuvre est simple et rapide avec des gains à l'installation significatifs sans modification des règles d'installation.

Limite les engins de manutention sur terrain.

### Les trappes ou tampons



Tampon et cadre

La norme NF P 98311 définit plusieurs familles de trappes pour fermeture des chambres :

**4,9 kN** : pour les regards de branchement ne nécessitant pas le passage de véhicule.

**125 kN** : pour les chambres implantées en zones piétonnières, en trottoirs et zones comparables et aires de stationnement pour voitures,

**250 kN** : pour les chambres implantées en zones piétonnières, en trottoirs, caniveaux dans les rues, accotements des routes et parkings accessibles aux poids lourds,

**400 kN** : pour les chambres implantées sur des voies de circulation (y compris les rues piétonnes), sur les accotements stabilisés et les aires de stationnement pour tous types de véhicules routiers.

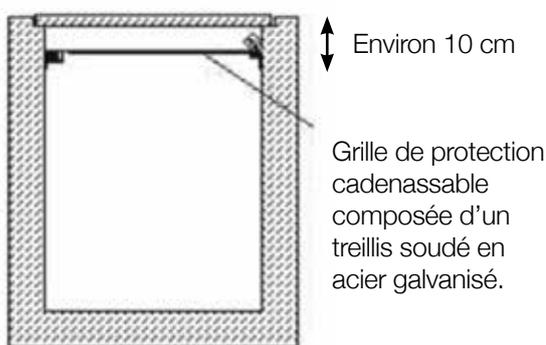
Il existe de nombreux modèles de trappes : classiques, articulées, verrouillées, multi-tampons, à remplissage, assistées.

Type de fermeture	Avantages	Inconvénients
Standard	Aucune gestion de clefs à assurer	Risque possible de vandalisme Manipulation difficile
Verrouillable	pas de risque de vandalisme	Lourd à manœuvrer, Gestion des interventions et des clefs à mettre en place
Articulée, assistée et verrouillé	Ouverture facile (vérin d'assistance par trappe)	Gestion des interventions et des clefs à mettre en place

Types de fermeture pour chambre

### Les grilles de protection

Afin d'éviter tout risque lié à la chute d'une trappe sur les câbles optiques, il est fortement recommandé d'équiper toutes les chambres d'une grille de protection. Les grilles, généralement articulées, peuvent disposer d'un dispositif de verrouillage par cadenas. Elles seront traitées anticorrosion et de ce fait, pourront être réalisées en acier galvanisé à chaud, polyester renforcé fibre de verre, inox.



Grille de protection

Objet	Normes applicables
Chambres en accotement et sous trottoir	NF P 98-050-1 et NF P 98-050-2
Chambres sous chaussée	NF P 98-050-1 et NF P 98-050-2
Trappes de fermeture	NF EN124
Chambres composites	néant
Sécurisation des chambres	NF EN 1627 - classe 3
Système de localisation	NF S70-003

Normes applicables

## 1.2.6 - LES MATERIELS POUR RESEAUX AERIENS

### 1.2.6.1 - DESCRIPTION POTEAUX ORANGE :

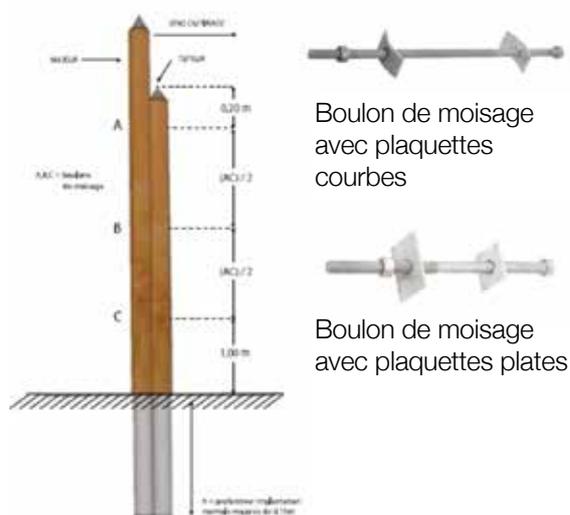
Sur le réseau Aérien Orange on trouve des poteaux bois, des poteaux en acier galvanisé et à titre expérimental des poteaux en résine renforcée fibre de verre. Ils sont en majorité de structure simple. La distance moyenne entre les appuis est d'environ 35 m. Toutefois selon la configuration, un renforcement peut d'avérer nécessaire. Soit en fonction de la configuration réseau, soit en fonction de la configuration du terrain.

#### 1.2.6.1.1 - APPUI SIMPLE :



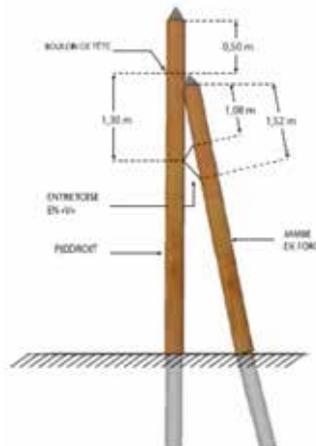
#### 1.2.6.1.2 - RENFORCEMENT DES APPUIS ORANGE :

##### Appui moisé



Boulons de moilage

## Appui couplé contrefiché



Entretoise en V permettant le contrefichage de 2 appuis bois.

L'assemblage est réalisé par 3 boulons tête de ligne BH14x225/145.

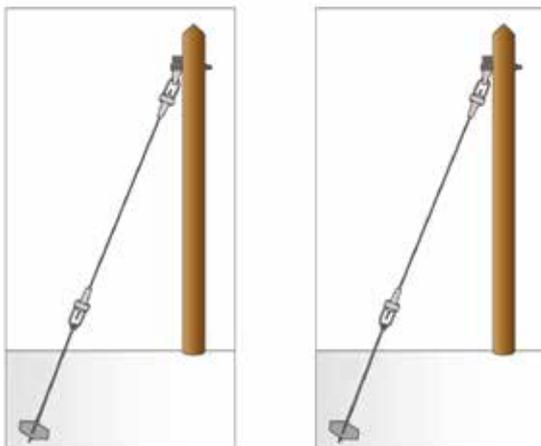


Entretoise à entraxe variable permettant le contrefichage de 2 appuis métal.

L'assemblage est réalisé par feuillard 20x0.7mm.

*Entretoises de contrefichage*

## Appui haubané



## Armements pour haubanage :

Fixation de la chaîne de haubanage sur appui bois ou métal



Manille droite



Semelle à goupille

ou



Console universelle

## Serre-câble 3 boulons :

Permet l'arrêt du hauban.



## Tendeur à lanterne :

Permet le réglage de la tension dans le hauban.



## Cosse-coeur :

La cosse-coeur protège la boucle du hauban dans l'œil du tendeur ou de la tige d'ancrage.



## Tige et plaque d'ancrage :

La cosse-coeur protège la boucle du hauban dans l'œil du tendeur ou de la tige d'ancrage.



## Hauban :



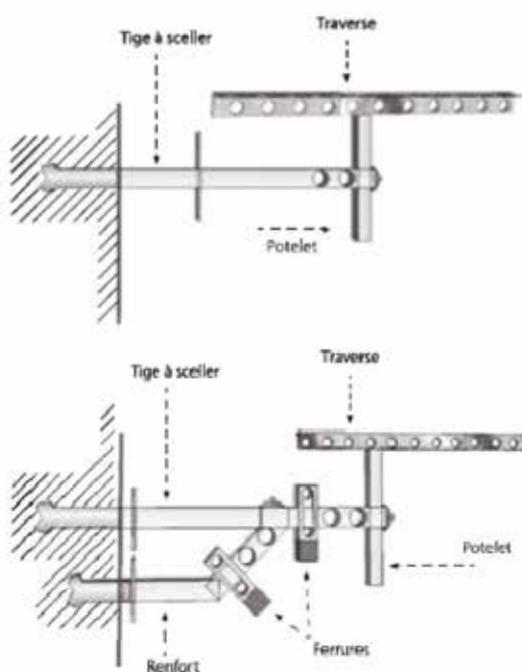
## Pince automatique pour haubanage :



Dispositif à coincement conique automatique pour le haubanage. La fixation de l'anse amovible se fait directement sur la semelle à goupille ou la console universelle. L'insertion du hauban, est faite par l'extrémité resserrée du corps.

### 1.2.6.1.3 - POTELETS

En extrémité des artères aériennes d'Orange, en compléments des poteaux, sont parfois installés des potelets ou mâts Lorrain. Ils sont constitués de tubes d'acier scellés dans les façades des immeubles ou maisons.

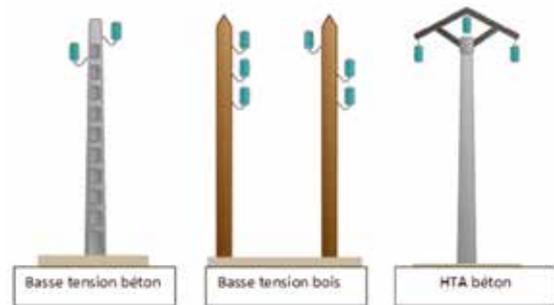


Structures des potelets

### 1.2.6.2 - DESCRIPTION POTEAUX ENEDIS (EX-ERDF)

Les réseaux publics de distribution d'électricité sont la propriété des collectivités. Si elles ne l'assurent pas elles-mêmes par le biais de régies, ces autorités concédantes ont confié la gestion de leurs réseaux de distribution à Enedis (pour 95 % des réseaux de distribution du territoire métropolitain continental) ou à des entreprises locales de distribution (ELD). Enedis possède une longue expérience de mutualisation des supports sur ses infrastructures (cuivre, coaxial, fibre optique, répéteurs, etc.).

Les poteaux utilisés par Enedis sont soit en béton, soit en bois (simple ou assemblage de support), soit en métal tubulaire ou pour les plus anciens en treillis.



Différents types de poteaux ENEDIS

Dans certains cas, des assemblages de supports en bois sont également nécessaires, ils peuvent être

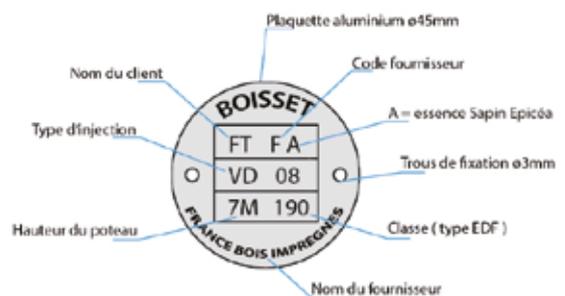
- jumelés (JS),
- contrefichés (CF),
- haubanés (HS), à titre exceptionnel
- autres (appuis portiques, ou en chevron)

Les supports béton peuvent également être constitués de poteau de structure simple, jumelages et portiques.

### Marquage sur poteaux ENEDIS

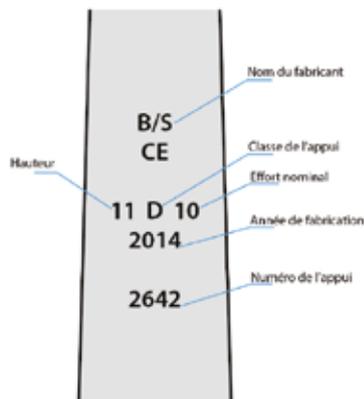
Indication sur poteau bois (plaquette ou clou) :

- Hauteur totale (y compris partie enfouie)
- Effort nominal en « daN » ou en « classe d'appui »



Indication sur poteau béton :

- Hauteur totale (y compris partie enfouie)
- Effort nominal en « daN » ou « kN »
- Classe définissant leur diagramme d'effort



### 1.2.6.3 - ÉTIQUETAGE

Chaque poteau sur le terrain fait l'objet d'un étiquetage de couleur bleue comportant un numéro d'identification. D'autres étiquettes peuvent également être rencontrées. Elles donnent des informations d'identification ou de sécurité.

Indication sur poteau béton :



Étiquettes d'identification

Étiquette bleue :

- Systématique sur les appuis ORANGE
- Indique le numéro de poteau

Étiquette noire :

- Indique la date de pose (mois / année)
- Indique l'opérateur / l'entreprise sous-traitante qui a réalisé les travaux
- Indique la constitution du/des boîtier(s) de raccordement en présence sur l'appui

Étiquette verte :

- Indique la date de pose (mois / année)
- Indique l'opérateur / l'entreprise sous-traitante qui a réalisé les travaux
- La référence du dossier lors de la pose de la fibre optique
- La capacité du câble

Sécurité :



Étiquettes de sécurité

Étiquette rouge :

- Indique la présence de tensions élevées sur les câbles cuivre existants

Étiquette orange :

- L'appui doit être replanté, redressé ou recalé sans remplacement
- Indique une interdiction d'ascension à l'échelle
- L'ascension ne se fait qu'à la nacelle
- L'appui ne peut recevoir de nouveaux câbles

Étiquette jaune triangulaire :

- L'appui doit être remplacé
- Indique une interdiction d'ascension
- L'ascension ne se fait qu'à la nacelle
- L'appui ne peut recevoir de nouveaux câbles

### 1.2.6.4 - DESCENTE DE POTEAUX

Berceau de descente de poteau :

Les berceaux servent à fixer le câble soit en descente de poteau soit sur une façade. L'écartement recommandé entre les berceaux est de 30 à 40 cm. Cependant, c'est à moduler selon la nature du support et les caractéristiques du câble utilisé.



Berceaux de descente

Gaine de protection pour transitions aéro-souterraines:

La fixation des goulottes sur poteaux se fait soit par vis à bois soit par feuillard. Des manchons de réduction permettent les sorties de conduites.



Goulotte demi-lune PVC ou métal

### 1.2.6.5 - ARMEMENTS POUR APPUIS ORANGE

#### Rehausse :

La rehausse de poteau a pour rôle de séparer la nappe de câbles cuivre existante de la nouvelle nappe de câbles à fibres optiques à installer. La rehausse est utilisée pour le déploiement d'un réseau optique pour tout appui ORANGE sur lequel la nappe cuivre déjà présente est placée trop près de la tête de l'appui pour pouvoir implanter une nouvelle traverse avec un écartement minimum de 10 cm – idéalement 15 cm – devant être respecté entre les 2 réseaux. La rehausse se fixe sur l'appui par 2 points de fixation distants de 8 à 15 cm minimum selon les cas de figure. Différents moyens de fixation sont préconisés selon la nature de l'appui, les armements cuivre déjà en place et le modèle de rehausse choisi.

Pour compléter l'installation, une traverse est fixée en tête de rehausse. Cette traverse sert de support pour l'ancrage ou la suspension des câbles optiques de distribution ou branchement.



Installation d'une rehausse

Les rehausse tube carré s'installent sur tous les appuis ORANGE : poteaux bois ou métal, mâts Lorrain et potelets sur façade.



Rehausse tube carré, brides et boulons d'assemblage  
BH14x 25 /25mm

Attention, la pose d'une rehausse ne peut être autorisée que sur les appuis satisfaisants aux principes :

- De sécurité
- De séparation des réseaux (nappe fibre optique au-dessus de la nappe cuivre)
- De calcul de charges avec les réserves de ressources (ajout éventuel d'autres câbles).

#### Traverse :



Traverses appuis communs Orange

Le choix du modèle de traverse s'exerce en fonction du nombre de câbles de distribution ou de branchement à déployer à terme, ou d'un besoin de déport.

- Traverse 5 trous : utilisée en extrémité de réseau pour les clients isolés
- Traverse 11 trous
- Traverse 13 trous : idéal en cas de déport

#### Fixation :

Afin de fixer les éléments de ferrure, on utilise des bobines de feuillard en acier inoxydable ébavurée bords non coupants, ainsi que les boucles de fermetures associées.



Feuillard inox 20x0.7mm en rouleau et boucle de fermeture

### 1.2.6.6 - ANCRAGE ET SUSPENSION POUR APPUIS ORANGE

#### Pinces d'ancrage à coincement conique

Les pinces d'ancrage à coincement coniques sont constituées d'un corps de forme conique ouvert, d'une mâchoire composée de deux coins plastique et d'une anse souple. Elles sont utilisées pour l'arrêt des câbles optiques ronds ADSS aériens sur réseaux de distribution (pour plus de détail voir paragraphe 4.2.8.5).

#### Dispositifs de suspension

Les dispositifs de suspension s'installent au niveau des poteaux intermédiaires, en alignement parfait ou en cas de déviation avec un angle inférieur à 15°. Au-delà, la suspension du câble doit être réalisée à l'aide d'un double ancrage (pour plus de détail voir paragraphe 4.2.8.5).

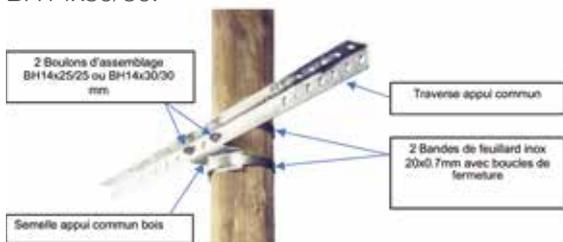
### 1.2.6.7 - ARMEMENTS POUR APPUIS COMMUNS ENEDIS (ERDF) BT OU HTA

L'installation d'une traverse peut être requise pour permettre de mettre en place une nappe de plusieurs câbles à fibres optiques indépendants pour différents opérateurs, ou pour satisfaire à des règles d'ingénierie spécifiques comme par exemple l'accessibilité par échelles de la tête de poteau pour la maintenance du réseau d'énergie : préservation d'un écart horizontal d'au moins 20 cm pour les supports BT et 10 cm pour les supports HTA séparant un appui d'alignement du câble télécom.

#### 1.2.6.7.1 - TRAVERSE SUR POTEAU BOIS

Une semelle de fixation spécifique est utilisée pour maintenir une « traverse appui commun ». La fixation de la semelle sur le poteau bois s'effectue par cerclage avec deux bandes de feuillard en acier inoxydable de 20x0.7 mm et deux boucles de fermeture, en réalisant éventuellement deux tours de poteau sur chacune des bandes pour renforcer la fixation.

La traverse est fixée sur la semelle avec deux boulons d'assemblage BH14x25/25 ou BH14x30/30.



Configuration traverse sur poteau bois

#### Semelle :



#### Traverse appui commun :



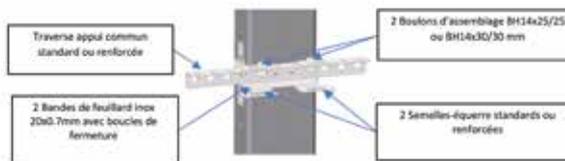
#### Boulons d'assemblage BH14x25/25 ou BH14x30/30 :



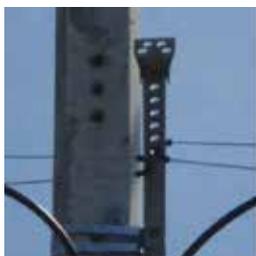
#### 1.2.6.7.2 - TRAVERSE SUR POTEAU RECTANGULAIRE EN BÉTON

Deux semelles-équerre spécifiques, standard ou renforcées, sont utilisées pour maintenir une « traverse appui commun », qui peut elle aussi être standard ou renforcée. La fixation des semelles-équerre sur le poteau béton s'effectue par cerclage simple ou double (en fonction des efforts mécaniques) avec deux bandes de feuillard en acier inoxydable de 20x0.7 mm et deux boucles de fermeture.

La traverse est fixée sur chacune des deux semelles-équerres avec un boulon d'assemblage BH14x25/25 ou BH14x30/30.



Configuration traverse sur appui rectangulaire



Exemple de traverse sur appui rectangulaire



Une console d'ancrage peut être utilisée pour réaliser un ancrage simple ou double.

La fixation de la console peut être effectuée par deux bandes de feuillard inox 20x0.7 mm simple ou doublés sur les supports de faible largeur, jusqu'à environ 25 cm, et sur les poteaux bois qui ne peuvent pas être percés. La fixation par boulon(s) traversant(s) diamètre 14 mm est recommandée dans les autres cas pour assurer une meilleure robustesse et rigidité de la fixation. La charge de traction maximale est généralement limitée à 1500 daN pour les consoles en alliage d'aluminium, à 2000 daN pour les consoles en acier galvanisé.

Semelles-équerre de fixation standard ou renforcée :

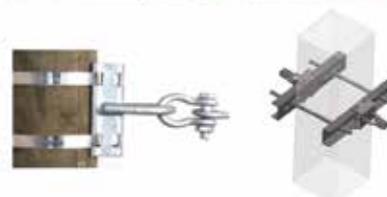


Traverse appui commun standard ou renforcée :



Console d'ancrage en alliage d'aluminium

Boulons d'assemblage BH14x25/25 ou BH14x30/30 :



Console d'ancrage en acier galvanisé

### 1.2.6.7.3 - FERRURE D'ÉTOILEMENT

Une ferrure d'étoilement peut éventuellement être fixée en extrémité de traverse en cas de départs multiples de câbles de branchement. L'assemblage est réalisé par un boulon BH14x25/25 ou BH14x30/30.

### 1.2.6.7.4 - FERRURE D'ANCRAGE RENFORCÉE POUR APPUIS ENEDIS (ERDF) HTA RECTANGULAIRES EN BÉTON

Ce système robuste et d'une résistance élevée à l'abrasion sur le béton est adapté aux supports de grande dimension tels que les poteaux jumelés. Il est composé de deux contreplaques reliées par deux tirants permettant de réaliser un ancrage



Ferrures d'étoilement pour appuis Enedis

simple ou double à la hauteur souhaitée sur le support sans être dépendant de la présence de trous pré-perçés. La résistance mécanique est variable selon la distance entre les tirants et selon le système d'accrochage utilisé sur les contre-plaques.



*Ferrure renforcée*

#### 1.2.6.7.5 - FERRURES DE SUSPENSION POUR APPUIS ENEDIS (ERDF) HTA, POTEAUX BOIS OU BÉTON

La fixation de la console peut être effectuée par deux bandes de feuillard inox 20x0.7 mm simple ou doublés sur les supports de faible largeur, jusqu'à environ 25 cm, et sur les poteaux bois qui ne peuvent pas être percés. Dans les autres cas, il est recommandé d'utiliser plutôt une fixation par boulon traversant diamètre 14 mm ou boulon queue de cochon pour renforcer la rigidité et la robustesse de la fixation.

Consoles de suspension en alliage d'aluminium :



Consoles de suspension à crochet en acier galvanisé :



Boulons queue de cochon :



#### 1.2.6.8 - DISPOSITIFS D'ARRÊT ET DE SUSPENSION POUR CÂBLES OPTIQUES ROUNDS SUR RESEAU ENEDIS (ERDF) BT ET HTA

Note sur la qualification du système : Les dispositifs d'arrêt et de suspension des câbles doivent être adaptés aux caractéristiques du câble lui-même et aux conditions d'utilisation sur le site qui sont étroitement liées aux paramètres d'installation de la ligne, tels que la portée, la flèche, le dénivelé, ainsi que les conditions climatiques, telles que la surcharge due à la pression du vent, la charge de glace, les variations de température ou la fréquence des oscillations éoliennes. Le maître d'œuvre, qui a la responsabilité de valider la bonne adéquation des produits et des matériaux utilisés pour la réalisation de son ouvrage selon les conditions particulières de son projet, peut demander la réalisation d'essais de qualification, en particulier pour valider la compatibilité du système composé du câble aérien et des accessoires d'accrochage. Le test le plus critique et le plus couramment réalisé est le test de traction du câble avec son dispositif d'ancrage.

Généralités :

On distingue deux principales familles pour les dispositifs d'ancrage :

- les pinces d'ancrage à coincement conique
- Les ancrages spiralés

Les dispositifs de suspension se distinguent aussi par deux familles principales :

- Les pinces de suspension classiques à fourreau
- Les suspensions spiralées

Les dispositifs d'ancrage ou de suspension sont généralement classifiés par séries constituées de produits avec différentes plages de diamètres de câble, mais, pour des raisons de simplification, sont segmentés avec comme critère indicatif la portée maximale d'utilisation. A noter que, comme indiqué précédemment, ces critères de diamètre de câble et de portée maximale, sans considération des autres conditions d'utilisation, sont insuffisants pour valider la compatibilité du câble et de ses accessoires.

### Dispositifs d'arrêt :

Un dispositif d'arrêt est constitué à minima par une pince d'ancrage, à laquelle peut être rajouté des accessoires de liaison au poteau, comme par exemple une console, une rallonge ou un tendeur à lanterne.

Un dispositif d'arrêt du câble est normalement utilisé dans les configurations suivantes :

- Sur l'appui situé à chaque extrémité de la ligne (transition aéro-souterraine) : Ancrage simple
- Sur tout appui équipé d'un boîtier de protection d'épissure, en jonction ou dérivation de câble(s) : Ancrage double ou triple.

Pour préserver l'équilibre de la ligne, la flèche du câble et son intégrité, un double ancrage est aussi installé sur les appuis concernés par les cas suivants :

- Lorsque l'angle de déviation de la ligne est supérieur à 15°,
- En cas de traversée de route ou autre voie de circulation
- En cas de portées adjacentes déséquilibrées, c'est-à-dire avec des portées de longueurs différentes de chaque côté de l'appui
- En cas de différence d'altitude d'implantation d'appuis successifs
- Après une succession de 4 pinces de suspension.

#### 1.2.6.8.1 - PINCES D'ANCRAGE À COINCEMENT CONIQUE

Les pinces d'ancrage de type à coincement conique sont constituées d'un corps ouvert de forme conique, qui peut être réalisé en thermoplastique renforcé ou en alliage d'aluminium, et d'une mâchoire composée de deux coins en plastique. Une anse en câblette d'acier inoxydable lui confère la flexibilité nécessaire pour absorber les mouvements du câble. Une selle est généralement positionnée sur la câblette au point de contact avec la ferrure d'accrochage pour la protection contre l'usure.

Le serrage conique de la pince est automatique, aucun outil de pose n'est nécessaire, ce qui est pratique. Le temps de mise en œuvre est très rapide, de même que le repositionnement éventuel du câble dans la pince pour régler la flèche. Les pinces d'ancrage à serrage conique sont bien adaptées aux courtes portées des réseaux d'accès.

Des séries de différentes tailles sont proposées. Les portées maximales d'utilisation peuvent varier de 50 à 100 m voire 150 m dans certain cas. Il est

recommandé de se référer aux recommandations des fabricants et aux essais de qualification.



Exemple de pinces d'ancrage

#### 1.2.6.8.2 - PINCES D'ANCRAGE SPIRALÉES

Sur les réseaux de transport dont les portées sont plus longues, le plus souvent de 100 à 200 m, l'effort de traction appliqué sur le câble est plus important, de même que la pression exercée sur la gaine extérieure et l'ensemble de la structure du câble ADSS. Pour répartir les contraintes mécaniques exercées sur le câble sur une plus grande distance, la solution la plus adaptée est l'utilisation d'ancrages spiralés qui sont équipés de branches d'enroulage nettement plus longues que les coins des pinces d'ancrage. Il existe de multiples conceptions d'ancrages spiralés, de longueur plus ou moins importante et dont certains modèles renforcés disposent d'une sous-couche de protection à installer au préalable sur la gaine du câble.

La mise en œuvre des ancrages spiralés étant assez longue, ces type de produits sont en général utilisés sur les réseaux Enedis (ERDF) HTA où les conditions de charge sont importantes et lorsque les pinces à coincement conique ne sont plus utilisables.

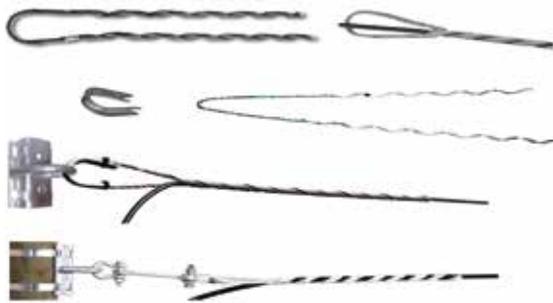
La mise en œuvre d'un ancrage spiralé peut nécessiter l'utilisation de matériels complémentaires tels qu'une cosse-cœur pour protéger le point d'accroche et d'une rallonge ou d'un tendeur pour ajuster la tension. Des précautions particulières doivent être prises lors de la mise en œuvre pour éviter les blessures du câble avec les extrémités des fils, mais surtout, en cas de présence d'une ligne électrique sous tension à proximité, pour éviter tout risque de contact électrique du monteur au moment de l'enroulage des branches du spiralé autour du câble.

Deux conceptions de produits sont montrés ci-après : avec ou sans sous-couche de protection.

### 1.2.6.8.3 - ANCRAGE SPIRALÉ SANS SOUS-COUCHE DE PROTECTION

Cette conception est réservée aux portées les plus courtes, en général de 50 à 150 m.

Il est recommandé de se référer aux recommandations des fabricants et aux essais de qualification. Sur certains modèles, la boucle d'accrochage est suffisamment longue pour permettre un accrochage directement dans la console d'ancrage en respectant le rayon de courbure minimum du câble, et en s'affranchissant de l'usage d'accessoire complémentaire tel qu'une rallonge. La cosse cœur située sur la boucle du spiralé la protège d'une usure prématurée au niveau du point d'accrochage sur l'armement.



*Ancrage spiralés sans sous-couche*



*Ancrage spiralés avec sous-couche*

Des accessoires complémentaires de liaison tels que cosse-cœur à chape, manille, tendeur à lanterne ou rallonge fixe, sont nécessaires pour faire la liaison avec le point d'accrochage. Ces accessoires doivent avoir une résistance mécanique adaptée au besoin, qui est à minima la charge maximale admissible par le câble. L'utilisation d'un tendeur à lanterne à la place de la rallonge fixe permet d'ajuster la flèche avec précision sans avoir à démonter l'ancrage spiralé qui est en principe à usage unique pour préserver ses performances.



*Accessoires pour ancrage spiralé*

### 1.2.6.8.4 - ANCRAGE SPIRALÉ AVEC SOUS-COUCHE DE PROTECTION

La sous-couche recouvre complètement le câble, constituant ainsi un blindage qui renforce la protection mécanique en répartissant harmonieusement les contraintes mécaniques sur une longueur importante du câble. De plus, cette sous-couche optimise la reprise de charge par le spiralé d'ancrage qui la recouvre, et apporte une rigidité supplémentaire qui permet de maintenir un rayon de courbure du câble suffisamment large du côté du support. Cette conception est bien adaptée aux portées les plus longues, en général au-delà de 150 mètres et aux conditions climatiques les plus difficiles. Ces produits sont segmentés en gammes de différents niveaux de charge admissible ou de portée maximale. Il est recommandé de se référer aux recommandations des fabricants et aux essais de qualification.

### 1.2.6.8.5 - DISPOSITIFS D'ALIGNEMENT POUR CÂBLES OPTIQUES Ronds SUR RÉSEAU ENEDIS (ERDF) BT ET HTA

#### **Pinces de suspension**

Lorsqu'un dispositif d'ancrage n'est pas requis comme indiqué plus haut, un dispositif de suspension peut être installé sur les supports intermédiaires, appelés aussi « poteaux d'alignement ». L'ensemble des portées successives situées entre deux pinces d'ancrage est appelé un « canton ». Les pinces de suspension sont segmentées en gammes selon leur niveau de charge admissible, leur capacité de résistance au glissement du câble ou leur robustesse en présence de vibrations. Comme pour les ancrages, la segmentation des pinces de suspension peut indiquer une longueur de portée maximale, mais sans considération des autres conditions d'utilisation et des effets climatiques, le critère de portée reste insuffisant pour valider l'adéquation de la pince avec l'utilisation finale. Il est recommandé de se référer à l'étude technique du maître d'œuvre, aux recommandations des fabricants et aux essais éventuels.

Il existe différents modes de fixation, rigides pour les faibles contraintes et les courtes portées, ou articulés pour réduire notamment les contraintes de flexion sur le câble.

La fixation peut être faite directement sur le poteau, lorsque cette configuration est autorisée, ou bien en déport du poteau sur une console, sur le dessous ou le dessus d'une traverse.

#### 1.2.6.8.6 - DISPOSITIFS DE SUSPENSION ARTICULÉS SOUS TRAVERSE POUR COURTE PORTÉE, JUSQU'À 70 M



*Dispositifs de suspension articulés*

#### 1.2.6.8.7 - DISPOSITIFS DE SUSPENSION RIGIDES POUR COURTE PORTÉE, JUSQU'À 70 M



*Dispositifs de suspension rigides*

#### 1.2.6.8.8 - DISPOSITIF DE SUSPENSION ARTICULÉ SUR CONSOLE POUR PORTÉE, JUSQU'À 100 M



#### 1.2.6.8.9 - DISPOSITIFS DE SUSPENSION ARTICULÉS SOUS TRAVERSE POUR PORTÉE, JUSQU'À 100 M

L'accrochage est réalisé par manille. Les câbles de faible diamètre (<14mm) sont protégés par un fourreau. Ce système à sangle auto-serrante est flexible et offre une grande liberté de mouvement au câble, ce qui permet de réduire les contraintes sur le câble en cas d'oscillations éoliennes.



*Dispositif de suspension à sangle*

#### 1.2.6.8.10 - DISPOSITIFS DE SUSPENSION ARTICULÉS SUR CONSOLE POUR PORTÉE, JUSQU'À 180 M

Ils se composent d'une coque aluminium avec charnière élastomère. La fermeture s'effectue par serrage d'un boulon intégré. Ces dispositifs s'utilisent principalement pour la suspension des câbles ADSS sur appuis HTA jusqu'à 180 m. Ils s'accrochent au choix sur boulon queue de cochon ou sur console de suspension.



*Dispositif de suspension mobile*

### 1.2.6.8.11 - DISPOSITIFS DE SUSPENSION FUSIBLES SUR PINCE OU CONSOLE

L'installation de câbles à fibres optiques sur les réseaux de distribution d'énergie existants permet un déploiement rapide et économique, en particulier dans les zones rurales qui disposent d'un réseau aérien bien maillé. Mais la pose d'un câble additionnel applique une charge mécanique supplémentaire sur les supports. Les poteaux ne disposant pas d'une résistance suffisante pourraient rompre prématurément en cas d'épisode climatique exceptionnel, notamment les poteaux d'alignement qui sont par construction les plus sensibles à la charge induite par un fort vent latéral. Afin de maintenir une fiabilité optimale des réseaux électriques, il est nécessaire de vérifier l'existence d'une réserve de charge mécanique suffisante sur chaque support préalablement à leur mutualisation. Ces calculs mécaniques sont réalisés à l'aide d'un logiciel spécifique qui intègre les différents paramètres du support, de la ligne et des surcharges climatiques. Le coûteux remplacement de nombreux poteaux ou l'implantation de poteaux intermédiaires peuvent être évités par l'utilisation de pinces de suspension avec fusible mécanique qui relâchent au sol le câble à fibres optiques avant que le support n'atteigne la surcharge ultime telle que définie par le propriétaire du réseau de distribution électrique. Après le déclenchement de la pince fusible, le poteau est déchargé des efforts du câble à fibres optiques, prolongeant ainsi la résistance du poteau pour affronter la tempête ; la continuité de service de la ligne télécom est aussi maintenue. L'étude d'implantation doit s'assurer qu'il n'y a pas de contrainte de passage sous la ligne. En France, Enedis (ERDF) a établi la spécification H-R22-2012-01208-FR qui édicte la prescription de ces pinces de suspension réparties sur une gamme de huit fusibles mécaniques avec une valeur nominale de 400 à 2000 N. Le cas échéant, le logiciel de calcul de ligne indique la valeur du fusible à utiliser.

Ces dispositifs fusibles doivent faire l'objet d'une qualification technique préalable pour avoir une autorisation d'emploi sur le réseau Enedis.

Deux familles de dispositifs fusibles sont prévues par la spécification Enedis en fonction des possibilités techniques des fabricants : Le fusible mécanique peut fonctionner soit sur la pince avec une sensibilité aux efforts combinés horizontaux

et verticaux (H+V), soit sur la console, avec une sensibilité aux efforts horizontaux (H) seulement.

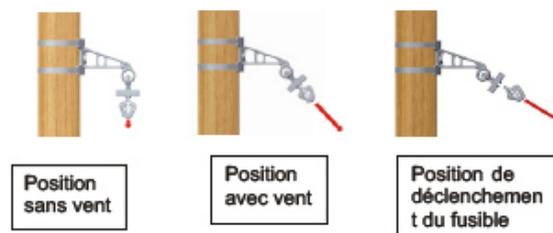
#### Dispositif sensible aux efforts combinés (H+V)

Celui-ci est utilisable en dehors des zones où il existe un risque de formation de givre ou neige collante. Le câble ADSS étant léger par construction, la composante horizontale des efforts devient prépondérante en cas de fort vent latéral, ainsi le berceau de pince s'approche de la position horizontale jusqu'à atteindre la valeur fusible. La précision du seuil de déclenchement assure une protection optimale du poteau pendant toute la durée de vie du réseau.



Fusible H+V sur la pince fixation traverse

Fusible H+V sur la pince fixation console



Fonctionnement dispositif fusible

#### Dispositif sensible aux efforts horizontaux (H) :

Utilisés pour la suspension de câbles télécoms sur les appuis ERDF BT et HTA en limite de charge. Le capot de couleur permet d'identifier la plage fusible correspondante (en daN).



Fusible H sur la console

### Dispositifs de suspension pour moyenne portée, jusqu'à 150 m.

Le principe d'utilisation de suspensions spiralées est le même que pour les ancrages spiralés décrits. Il existe aussi de multiples conceptions de suspensions spiralées, de longueur plus ou moins importante, et dont la conception peut être renforcée avec une sous-couche de protection à installer au préalable sur la gaine du câble, ou avec un corps de pince et des fils plus robustes pour supporter de plus fortes charges ou en cas de présence de fortes oscillations éoliennes.

La mise en œuvre des suspensions spiralées étant plus longue que les pinces classiques à fourreau, ces type de produits sont en général utilisés sur les réseaux Enedis (ERDF) HTA où les conditions de charge sont plus importantes, et lorsque qu'une plus grande résistance au glissement du câble dans le dispositif de suspension est souhaité.

Des précautions particulières doivent être prises lors de la mise en œuvre pour éviter les blessures du câble avec les extrémités des fils, mais surtout, en cas de présence d'une ligne électrique sous tension à proximité, pour éviter tout risque de contact électrique du monteur au moment de l'enroulage des branches du spiralé autour du câble.

Trois versions de produits sont montrés ci-après : une conception standard en forme d'oméga autour d'une cosse cœur ronde, déclinée avec ou sans sous-couche de protection. La troisième version est une conception renforcée avec fourreau synthétique, corps et fils spiralés en alliage d'aluminium.

#### 1.2.6.8.12 - SUSPENSION SPIRALÉE STANDARD SANS SOUS-COUCHE DE PROTECTION

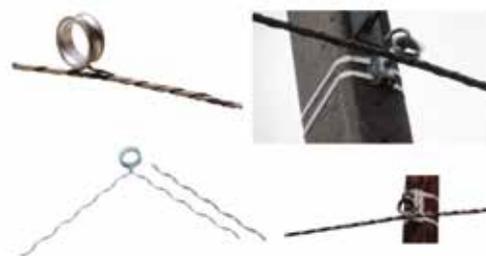
Cette conception est réservée aux portées les plus courtes, en général autour d'une centaine de mètres maximum.

Il est recommandé de se référer aux recommandations des fabricants et aux essais de qualification.

Le spiralé est constitué de deux parties : une première nappe de fils en forme d'oméga et une autre nappe de fils de forme droite qui a pour rôle d'apporter une plus grande rigidité au câble dans la zone proche du point de suspension afin de limiter la courbure du câble.

La cosse cœur ronde située sur la boucle du spiralé la protège de l'usure au niveau du point

d'accrochage sur l'armement qui est en général une console à crochet ou un boulon queue de cochon.



*Suspensions spiralées sans sous-couche*

#### 1.2.6.8.13 - SUSPENSION SPIRALÉE STANDARD AVEC SOUS-COUCHE DE PROTECTION

Cette version est utilisée pour les portées moyennes, en général autour de deux cents mètres maximum, avec peu de contraintes mécaniques et climatiques. Cette conception utilise le même principe que la version sans sous-couche ci-dessus ayant une nappe en forme d'oméga, mais à la place de la nappe de rigidification elle intègre une sous couche qui recouvre complètement le câble, assurant une plus grande rigidité. Il est recommandé de se référer aux recommandations des fabricants et aux essais de qualification.



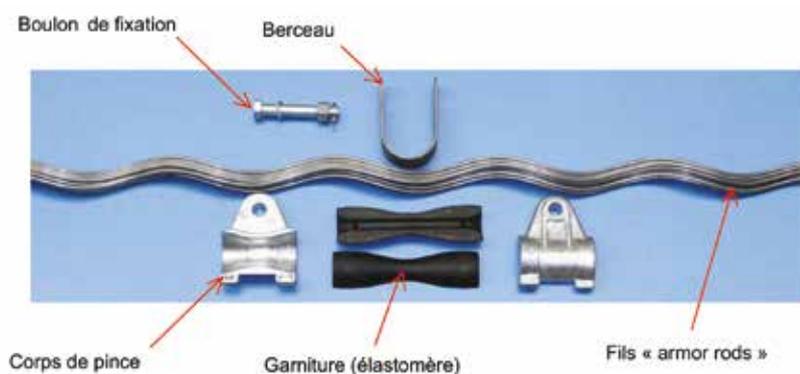
*Suspension spiralée avec sous-couche*

#### 1.2.6.8.14 - SUSPENSION SPIRALÉE RENFORCÉE :

Ce modèle de pince renforcée protège efficacement le câble soumis à de fortes contraintes mécaniques. Cette conception est utilisée généralement dans les conditions les plus difficiles, sur des longues portées, en cas de fortes surcharges climatiques, en présence de vibrations éoliennes. Sa robustesse assure une résistance supérieure aux modèles standards.

Les fils « armor rods » de gros diamètre qui entourent le câble constituent une armure de protection autour du point de suspension et absorbent une partie des mouvements du câble. L'accrochage

de la pince sur le support fixe, qui peut être une console à crochet, est réalisé avec une manille qui offre l'articulation nécessaire à l'ensemble.



Composition suspension spiralée renforcée



Exemple de suspensions spiralées renforcées

### 1.2.6.9 - ACCESSOIRES DE DEPLOIEMENT SUR FAÇADE

Les façades d'immeubles peuvent être utilisées comme support dans différents cas : pour le raccordement d'un abonné avec un câble aérien, pour faire cheminer un câble de réseau tendu ou non tendu.

#### 1.2.6.9.1 - RACCORDEMENT EN AÉRIEN D'UN ABONNÉ

L'immeuble de l'abonné est relié par un câble aérien tendu et dont la pince d'ancrage est accrochée à une ferrure de fixation telle qu'une console ou un piton d'accrochage adapté au matériau de la façade.



Console de branchement à fixer sur la façade par un tirefond ou quatre vis.

Piton d'accrochage à crochet avec cheville à expansion métallique pour façade en béton.



Piton d'accrochage à crochet avec filets à bois pour fixation directe sur les parties en bois telles que la charpente ou sur une façade en matériau dur avec une cheville en plastique.



Tige à crochet à sceller pour façade maçonnée en matériau ancien.



### 1.2.6.9.2 - RÉSEAU TENDU SUR FAÇADE

Console bipode pour un ancrage simple sur façade.



Console tripode pour un ancrage simple ou double sur façade.



Boulon queue de cochon avec cheville à expansion métallique pour façade en béton.



La rehausse de potelet permet de déployer un câble optique tendu au-dessus d'un réseau cuivre existant. Des mesures de précautions doivent être prises pour évaluer de la bonne tenue mécanique de la fixation du potelet sur la façade. La rehausse est introduite à l'intérieur du potelet, puis la rehausse est fixée par le serrage d'une plaquette courbe avec un boulon d'assemblage 14x60 mm.



Fixation rehausse potelet

### 1.2.6.9.3 - RÉSEAU NON-TENDU, POSÉ SUR FAÇADE

L'espacement recommandé entre les fixations est d'environ 30 cm.

Cheville murale avec pontet.



Embase murale avec collier cranté séparé. La fixation de l'embase s'effectue par vis à bois ou vis chevillée.



Cheville murale avec collier cranté séparé.



Cheville murale avec collier de cranté intégré.



### 1.2.6.10 - DISPOSITIFS DE LOVAGE DE CÂBLE

Ces dispositifs permettent de gérer les sur longueurs de câbles à fibres optiques aériens au niveau des boîtiers d'épissures. Le câble est enroulé sous forme de love selon le diamètre souhaité, puis maintenu en place sur le poteau par le dispositif. On distingue deux types de love : le love de stockage et le love de blocage.

Le love de stockage est une longueur de câble(s) formée en boucle(s) pour constituer une réserve pour interventions ultérieures, en phase de construction ou en phase d'exploitation du réseau. Bien qu'il puisse être utile lorsque la jonction d'un câble aérien ne peut être réalisée que depuis le sol dans l'impossibilité d'usage d'une nacelle ou dans l'impossibilité d'implantation du boîtier en souterrain, ce type de dispositif est en principe non autorisé actuellement en France.

Le love de blocage est une longueur de câble formée en plusieurs boucles afin d'utiliser les forces de friction des différents éléments pour en réduire les mouvements relatifs dus au pistonage. Les boucles sont solidaires les unes des autres et solidaires du support du love de blocage empêchant le resserrement du diamètre des boucles. L'utilisation de love de blocage est recommandée à proximité d'un boîtier d'épissure dans les deux cas suivants :

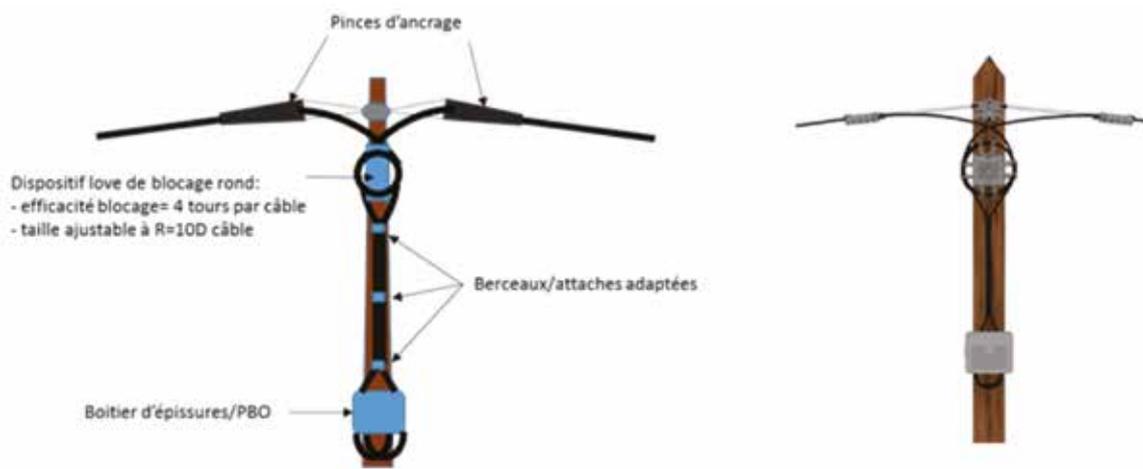
1. Déploiement d'un câble aérien sur plus de 200 mètres entre deux boîtiers consécutifs
2. Conditions climatiques de type G1 (1 kg de givre par mètre de câble) ou plus.

Dans ces cas- là, il est nécessaire de réaliser des boucles de lovage sur les câbles entrant ou sortant appelé loves de blocage : 4 boucles circulaires au rayon minimum de courbure statique du câble. Le diamètre imposé par le gabarit sera inférieur à 300 mm et sa hauteur (si non circulaire) sera inférieure ou égale à 500 mm.

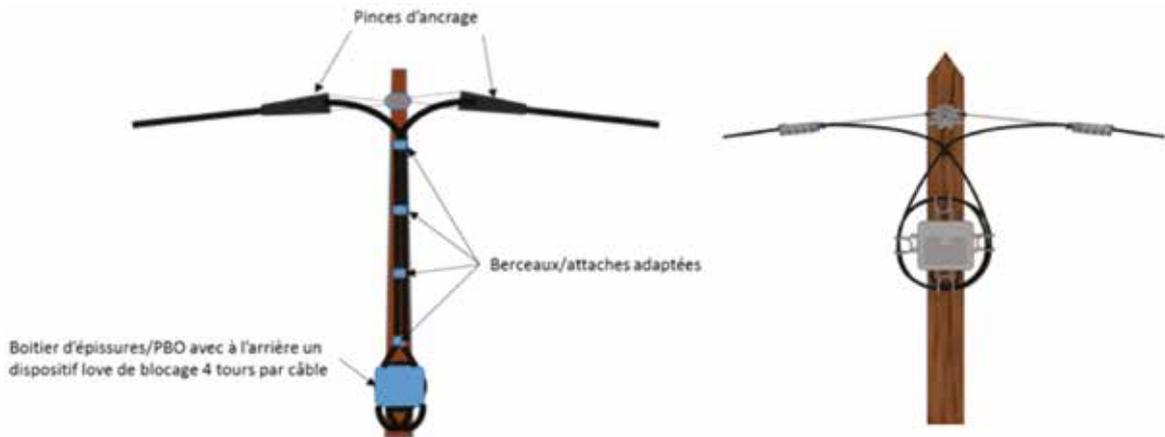
Le rayon de courbure doit respecter la règle :  $R \geq 10 \times \text{diamètre du câble}$  et ne pas dépasser le gabarit. Si la forme du love n'est pas circulaire mais oblongue, le nombre de boucles recommandé doit être doublé, soit 8 boucles, pour préserver l'efficacité du blocage.

Idéalement ces boucles doivent être réalisées au plus près de la pince d'ancrage. Néanmoins, pour des raisons esthétiques ou pratiques, il est possible de réaliser les loves de blocage en un point ad hoc situé entre le point d'ancrage et l'entrée du boîtier, voire derrière le boîtier. L'inconvénient est le risque de serpentage du câble entre le love et la pince d'ancrage.

Important : Ces loves n'ont pas vocation à être utilisés pour descendre le boîtier et ne doivent en aucun cas être délovés durant la vie du réseau.



*Implémentation avec love de blocage au plus près des pincettes d'ancrage*



*Implémentation avec love de blocage derrière le boîtier d'épissures ou PBO*

Dispositifs de love fixe : système non réglable plutôt adapté à la réalisation de love de stockage, en cas d'utilisation comme love de blocage il est important de vérifier que le rayon minimal du love installé dans le dispositif correspondent au rayon de courbure statique minimum du câble afin d'obtenir un blocage efficace de la structure du câble.



*Dispositifs de love fixes*

Dispositifs de love ajustable : le réglage précis de la taille du dispositif au moment du montage du love permet d'effectuer un love de blocage efficace pour tous les diamètres de câbles de la plage du dispositif. La fixation d'un boîtier d'épissures sur le dispositif est réalisable avec une bride.



*Dispositif ajustable pour love de blocage de câble diamètre 7.5 à 15 mm*



*Dispositifs à branches ajustables en hauteur et en largeur pour love de blocage de câble diamètre 13.5 à 20 mm*

## 1.2.7 - LOCAUX TECHNIQUES ET SHELTERS

Nous allons dans ce paragraphe décrire les locaux techniques destinés à intégrer les nœuds d'exploitation que sont les NRO et SRO/PM indoor.

Le local que nous prendrons comme exemple dans ce descriptif sera de type Shelter, mais tous les accessoires et équipements de servitude qui seront présentés par la suite seront utilisables sur l'ensemble des locaux susceptibles d'être mis en oeuvre (locaux existants ou neufs).

### 1.2.7.1 - APPLICATIONS

Le Shelter est un bâtiment technique préfabriqué, destiné à recevoir des équipements de télécommunication, ainsi que tout l'environnement technique associé permettant le fonctionnement de ces équipements (Systèmes d'alimentation, répartiteur optique, etc.).

Il permet d'assurer l'hébergement d'équipements des clients opérateurs (actifs ou passifs) ainsi que l'exploitation et le brassage optique des accès clients.

Il peut recevoir des équipements actifs et passifs tels que des équipements de transmission et des coupleurs optiques qui sont utilisés par les opérateurs commerciaux utilisant la technologie P2P (Point à Point) ou PON (Point/Multipoint).

Trois applications principales seront proposées pour les déploiements FttH.

#### 1.2.7.1.1 - LE SHELTER NRO

Le Shelter NRO est un local préfabriqué qui assure l'interface entre le réseau passif et les équipements actifs de l'opérateur d'immeuble et des opérateurs commerciaux.

Le Shelter NRO est un point de flexibilité au sein même du réseau passif. Il permet notamment :

- D'héberger les équipements actifs des opérateurs commerciaux
- D'assurer l'intergace entre les équipements actifs (OLT) des opérateurs commerciaux et les fibres de transports

- D'insérer des coupleurs optiques de premier rang ;
- De modifier la topologie du réseau ;
- D'affecter des ressources en fonction de la demande ;
- D'effectuer des tests.

Les dimensions du Shelter NRO seront de l'ordre de :

Shelter	Longueur (m)	Largeur (m)	Hauteur (m)
18 m <sup>2</sup>	7,50	2,50	3,38

Dimensions d'un NRO en Shelter



Un NRO en Shelter

#### 1.2.7.1.2 - LE SHELTER NRO/PM

Le Shelter NRO de 18m<sup>2</sup> préalablement décrit peut accueillir une cloison mise en oeuvre pour réaliser une séparation physique entre l'espace où est implanté le répartiteur optique qui accueille les tiroirs têtes de câbles de la zone arrière du PM rattaché au NRO et l'espace énergisé du NRO. Cette cloison permet de donner un accès exclusif au répartiteur de brassage passif, les techniciens n'étant pas habilités à travailler dans un espace électrifié peuvent ainsi accéder au répartiteur de brassage.

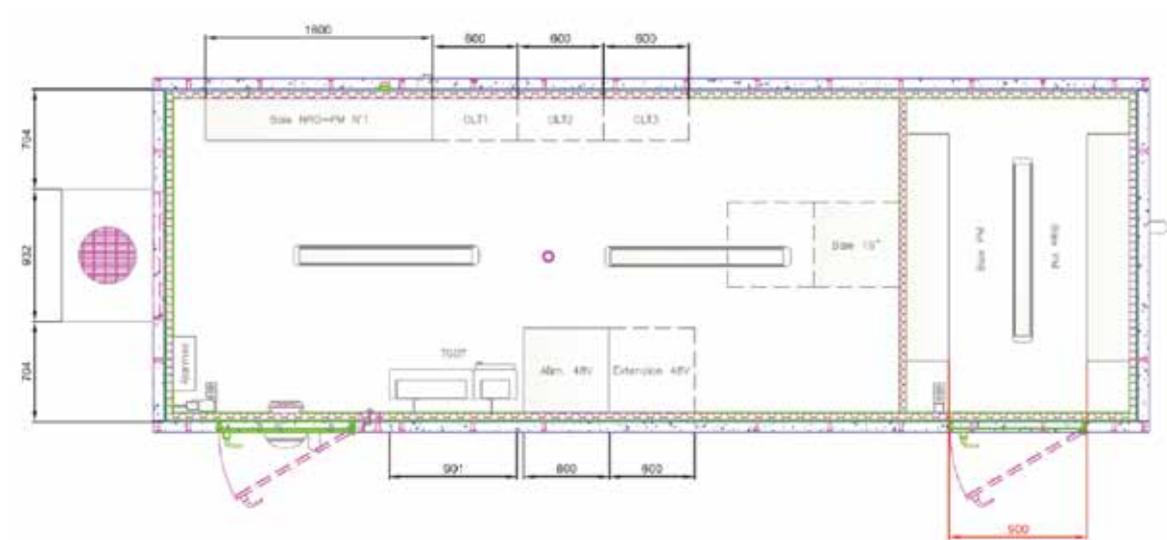


Aménagement d'un Shelter NRO/PM

L'espace PM de chacun des Shelters NRO/PM regroupe les terminaisons de lignes fibres optiques du réseau de transport rattaché au NRO.

Le Shelter NRO/PM de 18m<sup>2</sup> sera séparé en deux espaces fonctionnels cloisonnés nommés espace NRO et espace PM. La cloison entre les deux

espaces du Shelter sera réalisée en béton ou en plaque de plâtre. La cloison sera posée à une distance de 1,20 m du mur, comme représenté ci-dessous. Les accès à ces deux espaces distincts seront faits par le biais de deux portes d'accès différentes.



Aménagement d'un Shelter NRO/PM

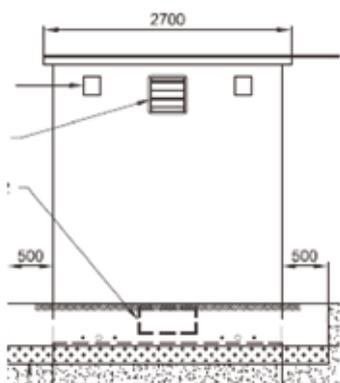
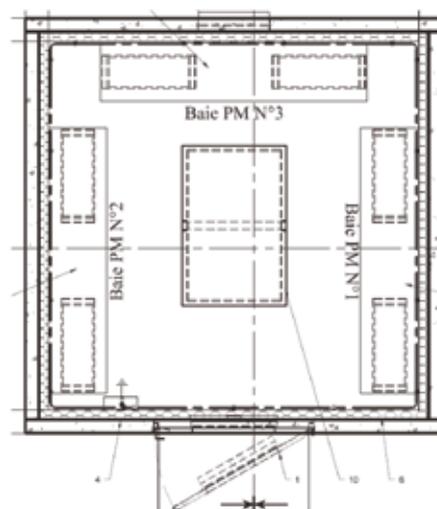
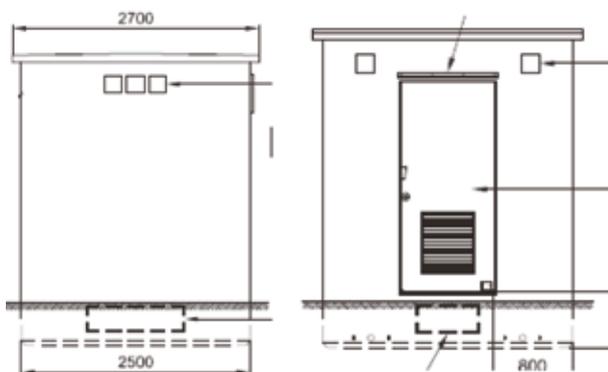
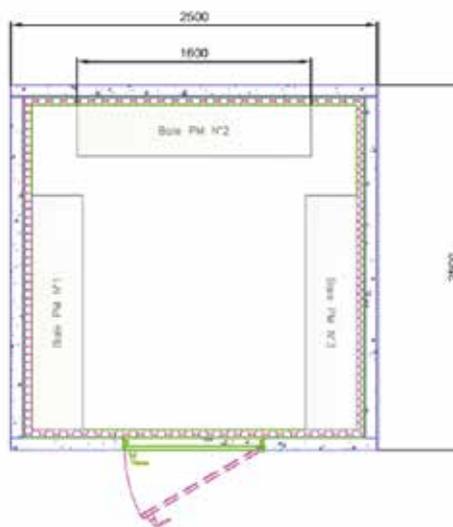
### 1.2.7.1.3 - LE SHELTER SRO/PM

Le Shelter SRO/PM de 6 m<sup>2</sup> sera un local technique passif qui ne contiendra aucun élément tertiaire. Le Shelter SRO/PM aura les mêmes propriétés mécaniques que les Shelters de NRO ou NRO/PM. Sa structure sera constituée des mêmes matériaux et sera également muni d'un vide technique. Il ne sera pas nécessairement raccordé au réseau d'énergie. Les dimensions du Shelter SRO/PM seront de l'ordre de :

Shelter	Longueur (m)	Largeur (m)	Hauteur (m)
6 m <sup>2</sup>	2,50	2,50	3,18

Dimensions d'un SRO/PM en Shelter

Il sera destiné uniquement à l'accueil de matériels optiques passifs. Il accueillera jusqu'à 3 baies répartiteurs optiques. Il pourra être aménagé conformément au plan ci-dessous :



Exemples d'aménagements d'un Shelter SRO/PM

Dimensions d'un SRO/PM en Shelter

---

### 1.2.7.2 - DESCRIPTIF

Ce local d'hébergement doit être une salle aveugle (absence de fenêtres non opacifiées) ne disposant d'aucune issue à l'exception de portes d'accès.

Le Shelter, local réputé non inondable, doit disposer d'une hauteur sous plafond permettant le passage des chemins de câbles et goulottes optiques au dessus des baies.

De par sa forme, ses dimensions et sa couleur, le Shelter se doit d'être « discret » et pouvoir aisément s'intégrer dans l'environnement.

Les couleurs seront choisies pour l'intégration du Shelter dans la palette RAL, suivant les éventuelles impositions des arrêtés municipaux.

Des revêtements spécifiques extérieurs et toitures adaptées à la région pourraient être proposés en option.

La solution Shelter béton est privilégiée et permet de faire face aux multiples exigences d'intégration dans l'environnement (Habillages, toitures...). Il existe également des conceptions de Shelter construites sur une base de structures isolantes métalliques ou PVC.

Les matériaux et les revêtements sélectionnés permettent l'utilisation du Shelter en zones maritime, urbaine, industrielle et rurale.

#### 1.2.7.2.1 - ENVELOPPE EXTÉRIEURE

L'enveloppe du Shelter est constituée de panneaux préfabriqués en béton armé, moulé.

Le Shelter béton est réalisé sur la base de panneaux béton armé à haute résistance coulés à plat et assemblés par clavetage. Il se présente sous la forme d'un parallépipède.

Le Shelter a été conçu pour un environnement extérieur de classe 4.1E suivant la norme ETSI 300-019-1-4.

Le Shelter doit être installé sur une dalle béton, ou sur un lit de sable compacté. Une étude géotechnique doit être effectuée afin de connaître la nature du sol et d'aménager le terrain en conséquence.

Les parois seront composées de panneaux en béton armé d'épaisseur 80 mm. Les parois intérieures du Shelter seront isolées avec un isolant thermique de type (laine de verre, Polystyrène, polyuréthane) plaques BA13 sur parois et plafond. La résistance thermique totale R sera supérieure à 2 m<sup>2</sup>.K.W-1.

Le soubassement ou Vide technique aura une hauteur utile de 400 mm, son accès sera permis par un passage d'homme 600x 900 mm obturé par une ou 2 dalle(s) amovible(s). Un plancher informatique est aussi possible. Les parois du vide technique recevront : une réservation de diamètre 90 mm sur chaque face pour la partie énergie et une réservation de 30 mm.

Le plancher sera constitué d'une dalle d'épaisseur 9 cm et peinture anti-poussière et possède une charge admissible 1000 kg/m<sup>2</sup>

- une réservation 200x200 mm pour la partie énergie et mise à la terre,
- une réservation pour les fibres optiques. Dimensions d'environ 1000 x 250 mm.

Le toit sera composé d'une dalle béton armé d'épaisseur de 10 cm au faîtage et 8 cm au bord des acrotères. avec les caractéristiques suivantes :

- une pente à 2% pour l'évacuation des eaux de pluie,
- un débord de toit sur toute la périphérie avec procédé « goutte d'eau » pour interdire le ruissellement le long des parois,
- une charge admissible de 250 daN/m<sup>2</sup>.

La toiture sera recouverte d'une étanchéité par un revêtement spécifique.

Deux trémies seront présentes dans le soubassement :

- trémie énergie + terre,
- trémie Fibre optique,

Le Shelter devra pouvoir, une fois mis en station, supporter sans dommages les conditions climatiques suivantes :

- Température ambiante extérieure :  $-40^{\circ}\text{C} < T < +45^{\circ}\text{C}$
- Altitude d'utilisation :  $H < 2000 \text{ m}$
- Vitesse du vent :  $V < 250 \text{ km/h}$

Le Shelter devra répondre aux normes suivantes :

- Décret du 18 Novembre 1988 relatif à la Protection des Travailleurs contre les dangers du courant électrique.
- Norme NF C 13-100.
- Arrêté du « 1<sup>er</sup> juillet 2004 fixant les règles de stockage des produits pétroliers ».
- Le Shelter sera conforme aux normes Eurocode EC2 Les armatures et liaisons seront justifiées par calcul.
- Aciers pour béton armé certifiés AFCAB et un béton NF EN 206-1 dont les classes seront justifiées.

Pour définir le dimensionnement de la structure, le degré d'étanchéité et la nature des protections contre la corrosion à mettre en œuvre, les critères suivants doivent être pris en compte :

- Masse des équipements à y installer ainsi que les charges d'exploitation (env. 4 tonnes).
- Précipitations : pluie, neige, bourrasque... (surcharge éventuelle).
- Changements rapides de température (condensation).
- Des effets du rayonnement solaire.
- Degré de protection IP53 auquel il doit satisfaire.

Le Shelter devra avoir une structure lui permettant d'éviter son remplacement avant une période de 30 ans afin de garantir un usage efficace pour la collectivité lui permettant un bon investissement des deniers publics.

#### Critères de dimensionnement

Afin d'intégrer l'ensemble des équipements électriques et/ou optiques, il est préférable de prendre en compte une superficie de 6 à 20 m<sup>2</sup> suivant sa fonctionnalité (NRO ; NRO/PM ; SRO/PM). Cette superficie permettra de pouvoir circuler convenablement autour des équipements notamment pour effectuer la maintenance.

#### > Rappel des Normes :

Normes Françaises A.F.N.O.R. afférentes aux matériaux et produits utilisés.

- NFC 15-100, NFC 17-100, NFC 14-100, NFC 61-740, NFC 63-400 et NFC 20-010 relatives aux règles d'installations électriques basse tension.
- Normes EN 55-022 ou NFC 91-022, EN 50-082-1 ou NFC 91-082-1 et EN 50-082-2 ou NFC 91-082-2, relatives à la compatibilité électromagnétique en environnement industriel.

Il est conseillé de prévoir des profondeurs et hauteurs raisonnables afin de limiter les encombrements et de pouvoir recevoir la validation par les services techniques des municipalités.

Le design sera également un facteur à prendre en compte dans le choix du Shelter afin de permettre une intégration paysagère.



*Shelters intégrés dans l'environnement*

### > Structure du Shelter

En fonction des besoins d'intégration dans l'environnement du site, toitures et parements pourront être réalisés.

Ci-dessous quelques exemples d'intégration dans l'environnement :



*Shelters béton*

L'assemblage des panneaux de l'enveloppe est réalisé par collage et boutonnage (colle bi-composants). Une solution métallique soudée est aussi possible.

#### Charges admissibles :

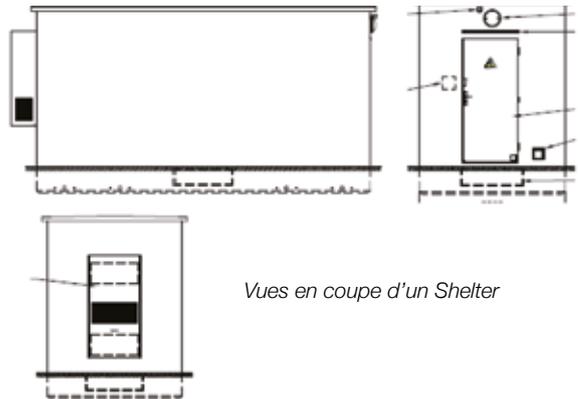
- Dalle de toit : 250 daN/m<sup>2</sup>
- Dalle de sol : 3000 daN/m<sup>2</sup>
- Murs latéraux : 300 daN/m<sup>2</sup>

#### Dimensions en épaisseur :

- Dalle de toit : 8 cm
- Dalle de sol : 15 cm
- Murs latéraux : 8 cm

Enduit de façade : Revêtement plastique épais de finition taloché fin. Adhérence à l'arrachement > 1.5 MPa.

Etanchéité dalle de toit : Une protection de la dalle sera assurée par produit ou revêtement d'étanchéité.



*Vues en coupe d'un Shelter*

#### Réservations

Pour la réception des câbles à l'intérieur du Shelter, des pénétrations à l'intérieur du vide technique seront prévues :

- A proximité du TGBT : 2 fourreaux diamètre 90 mm seront prévus pour le passage du câble de raccordement EDF.
- Sous chaque baie FO : 2 fourreaux diamètre 60 mm pour le passage des câbles optiques vers les répartiteurs.

Tous les passages de câbles devront être équipés de systèmes d'étanchéité (à l'air et à l'eau) démontables.

Une trappe d'accès sera prévue pour le passage d'un câble électrique en cas d'alimentation secours par un groupe électrogène extérieur. Cette trappe d'accès sera située soit en bas de la porte d'accès ou au plus près de l'inverseur source. Cette trappe sera de dimensions 10 X 10 cm au maximum et équipée d'une plaque étanche amovible.

Chacune des ouvertures aménagées dans les parois verticales extérieures seront traitées antieffraction, anti-volatil, pare pluie et dimensionnées correctement pour obtenir une dépression relativement faible.

### Propriétés du vide technique

Il est important de réaliser un génie civil permettant une pénétration facile des câbles et une gestion de sur-longueurs de réserve dans une chambre d'accès ou dans le répartiteur.

La solution d'un vide technique permettant l'arrivée et le lovage des câbles sera à privilégier Ce, pour prendre en compte la réserve nécessaire de longueur de câbles, afin d'assurer l'évolution et la pérennité de l'installation.

Dans ce cas le principe d'un plancher technique est à prendre en compte et il devra respecter les points suivants.

Le châssis du plancher sera constitué par des vérins réglables, reliés par des traverses intermédiaires et d'extrémités sur lesquels sont posés des dalles de plancher informatique de dimensions 600 x 600 mm qui sont constituées d'un noyau de panneaux de particules à haute densité, renforcées finition PVC homogène antistatique.

Le plancher devra supporter les poids des équipements présents dans le local et devra présenter :

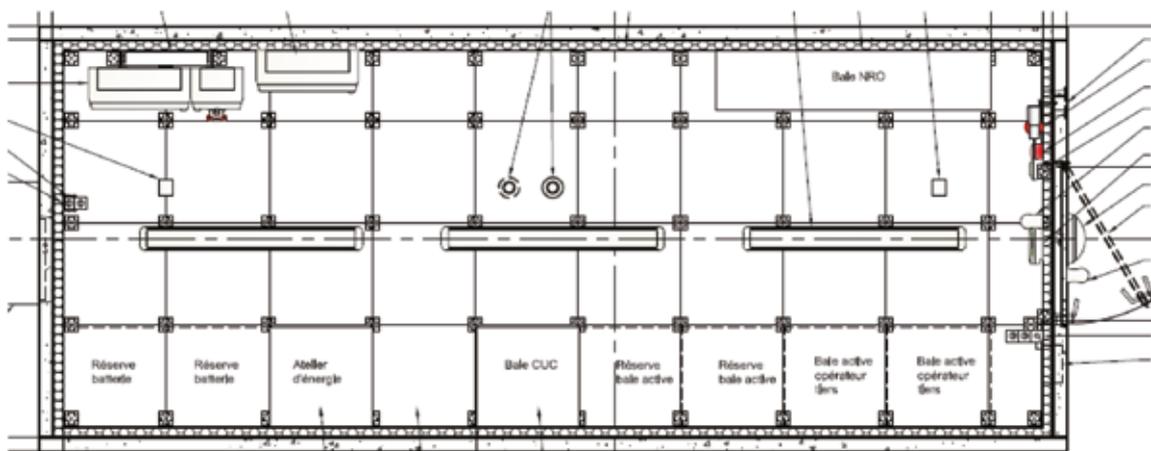
- > Une résistance de 600 daN/m<sup>2</sup>
- > Une charge poinçonnante admissible 200 daN

Dans la zone énergie (atelier d'énergie et batteries), le plancher doit pouvoir supporter la charge constitué de 1 à 2 baies de 600 x 600 mm pour une masse unitaire de 1000 kg en exploitation.

### 1.2.7.2.2 - AMÉNAGEMENT DU SHELTER

Le plan général d'aménagement du Shelter comprend :

- La climatisation
- Le TGBT
- L'atelier d'énergie et une réserve d'espace pour une baie d'extension atelier d'énergie
- Le TDCC Alimentation secourue en 48V
- La GTC
- Les réserves d'espace pour l'accueil des baies 19" et baies OLT



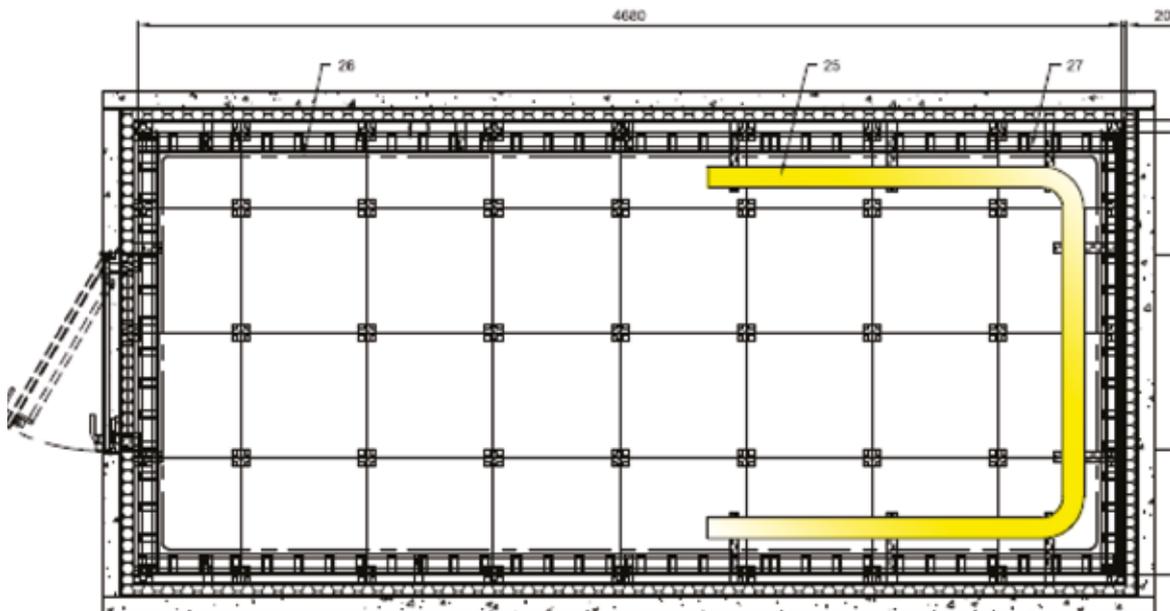
Exemple d'aménagement de Shelter

### Gestion des câbles

Dans le local, des chemins de câbles seront installés pour la gestion des câbles optiques et électriques. La distribution électrique se fera par la pose de chemins de câbles de type câblofils. Ils devront permettre de raccorder les sources de courants aux équipements actifs du local. Les passages des câbles optiques seront également réalisés par chemins de câbles dédiés uniquement à la fibre,

goulotte optique pour la gestion des jarretières et câblofils pour la gestion des câbles fibre optique.

Un chemin de câbles sera installé sur le pourtour du Shelter pour la distribution des courants forts (BT). Dans le cas de Shelters sans vide technique. Une goulotte optique sera installée au-dessus du répartiteur optique et au-dessus des espaces réservés à l'accueil des baies opérateurs.



*Exemple de disposition de chemin de câbles*

Des chemins de câbles muraux permettront de faire les jonctions entre le chemin de câbles de distribution électrique et les divers équipements qu'il raccorde ou alimente.

Un chemin de câble mural sera notamment installé pour :

- Le TGBT
- Le TDCC (48) alimentation secours
- La GTC pour la centralisation des différents capteurs

Un chemin de câble sera installé dans le faux plancher technique du Shelter. Il sera dédié à la gestion des raccordements électriques des équipements tertiaires et des baies opérateurs.

### Réseaux de terre et de protection foudre

Un collecteur de terre et une plaque de masse seront mis en œuvre sous le tableau divisionnaire.

Ils seront en cuivre et comporteront au minimum 10 trous de diamètre 10 mm chacun. Ils seront fixés sur blocs isolants et raccordés par l'intermédiaire d'une barrette de coupure.

Un trolley de masses constitué (d'une barre de cuivre rond plein, de diamètre 8 mm ou câblette cuivre) sera fixé le long de tous les chemins de câbles par l'intermédiaire de cosses et d'étrier. Il sera installé en ceinturage haut du local de façon à être bouclé.

Ce trolley sera raccordé sur le collecteur des masses par une barre de cuivre de même section cheminant dans le chemin de câbles vertical situé derrière le TGBT.

L'ensemble « trolley-chemin de câble » formera un circuit d'équipotentialité.

Toutes les masses métalliques présentes à l'intérieur du Shelter et susceptibles d'être mises accidentellement sous tension seront raccordées individuellement au circuit d'équipotentialité.

Un câble d'une section de 50 mm<sup>2</sup> laissé en attente en provenance de la terre du bâtiment sera raccordé sur le collecteur de terre.

Sur l'ensemble collecteur/plaque de masse seront raccordées entre autre :

- Mise à la terre du TGBT.
- Mise à la terre des équipements de protection foudre.
- Mise à la terre du trolley ceinture du local.
- L'interconnexion avec la masse métallique du Shelter.

Sur le circuit d'équipotentialité « trolley-chemin de câble » seront raccordées entre autre :

- La mise à la terre de la masse métallique de l'atelier d'énergie 48 Vdc.
- La mise à la terre du point +0V de l'atelier de l'énergie 48 Vdc.
- La mise à la terre des ossatures des baies et rack 19 pouces.
- La mise à la terre du coffret GTC.
- La mise à la terre de toutes les masses métallique présente dans le Shelter.

Un coffret de protection foudre niveau 2 sera installé il sera raccordé en «Y» :

- En aval du disjoncteur abonné.
- En amont du TGBT.
- A la plaque collectrice des terres du Shelter.
- Positionnement sur le côté au plus près du TD suivant toute sujétion de pose.

La section des câbles sera conforme aux normes en vigueur, les distances entre les équipements et la prise de terre seront rigoureusement respectées.

#### Environnement électrique

Le local technique sera composé :

- D'un environnement électrique permettant l'alimentation du local et des différents équipements :
  - D'un atelier d'énergie permettant de fournir une alimentation en courant continu, secourue.
  - De prises de courant de service 230 VAC, pour le branchement d'appareils de tests et de mesures.
  - D'un système de détection d'incendie.
  - De luminaires.
  - D'une prise GE, disponible en cas de coupure EDF pour l'acheminement d'un groupe.

- D'un module de climatisation pour le maintient en température du local.
- D'un environnement télécom composé :
  - De baies optiques permettant l'arrivée des câbles de distribution et de transport FTTH et le brassage des flux.

#### **Abonnement et raccordement EDF**

Le NRO permettra l'accueil des éléments électriques nécessaires à l'alimentation des équipements actifs et des éléments d'environnement électrique du local. Un câble de raccordement au réseau EDF arrivera au sein du local par un passage depuis l'extérieur prévu à cet effet, il permettra l'électrification de l'ensemble.

L'alimentation du local sera dans un premier temps prévue en triphasé 18KVA pour pouvoir délivrer une puissance suffisante à l'ensemble des équipements actifs présents dans le local.

L'abonnement EDF sera amené à évoluer en fonction du nombre d'équipements à héberger sur le site, la puissance maximale du site sera de 36KVA.

- Régime de neutre : TT
  - Puissance électrique souscrite : 18KVA triphasé
- Puissance électrique maximale du site : 36KVA triphasé.

#### **TGBT**

Le TGBT comporte l'ensemble des protections et départs vers les différents organes électriques de la salle télécom.

A partir du boîtier de raccordement EDF, on alimentera le tableau du TGBT qui est composé des éléments suivants :

- Un disjoncteur général différentiel 300 mA et son système de ré enclenchement (moteur pour le ré enclenchement et disjoncteur de 30 mA pour le ré enclencheur)
- Un parafoudre avec son disjoncteur intégré
- Un disjoncteur de protection pour l'atelier d'énergie 48VDC
- Un disjoncteur de protection pour la climatisation
- Un disjoncteur différentiel 30 mA pour la protection de prises de courants de service
- Les disjoncteurs de protection des autres éléments BAES, DI, éclairage intérieur, éclairage extérieur...

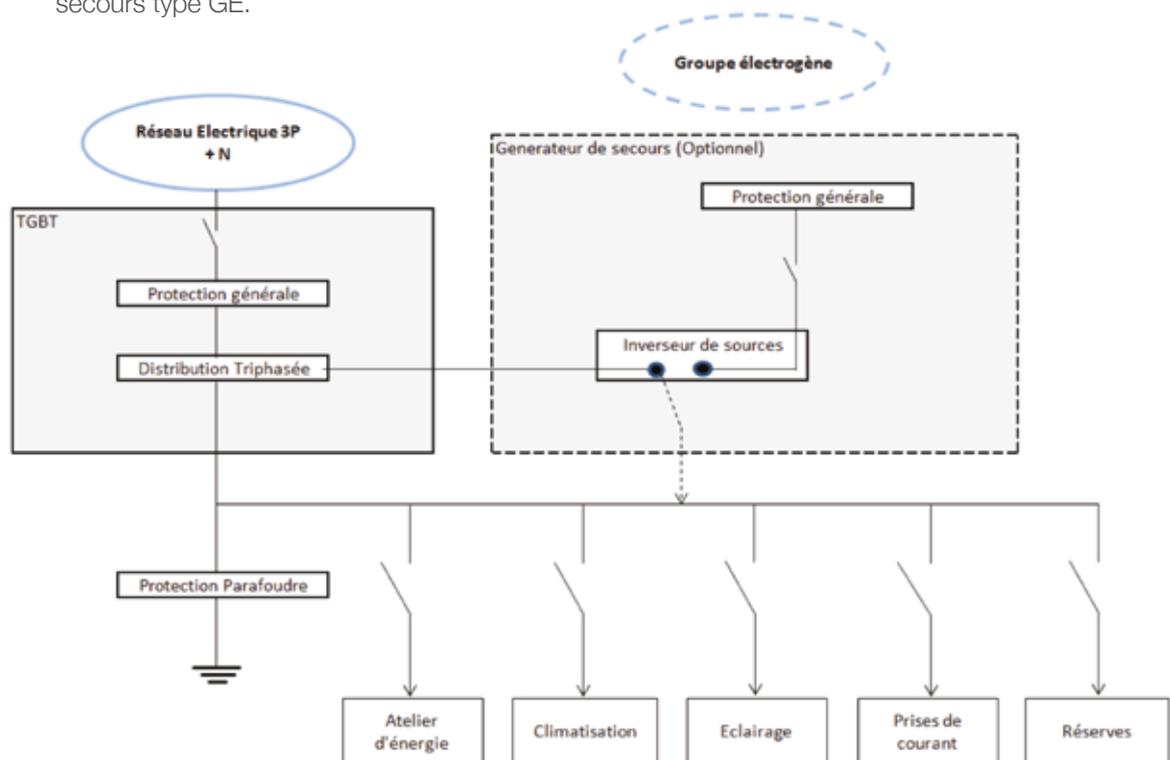
Une réserve de départs équipés ainsi qu'une réserve de 10% de départs non équipées seront prévues.

Le TGBT sera équipé :

- D'un asservissement permettant de couper l'alimentation du tableau sur une action sur l'arrêt d'urgence su site.
- D'une prise groupe électrogène mâle et femelle.
- D'un inverseur de source manuel permettant le basculement de la source EDF à une source secours type GE.

- Une détection de présence tension du jeu de barre avec renvoi d'alarme par contact sec et commande extraction.
- D'une protection foudre de niveau 2.

L'alimentation générale du TGBT sera protégée par un disjoncteur de protection générale



Exemple d'inverseur de source



Exemple d'inverseur de source

### L'alimentation en courant continu

La source de courant continu sera installé dans le Shelter un atelier d'énergie 48VDC. Il sera composé d'une baie 600 x 600 de distribution en courant continu extensible selon les besoins en énergie du site.

Les puissances et caractéristiques des ateliers d'énergie à mettre en place sont définies à partir des hypothèses d'hébergement des opérateurs.

#### L'atelier d'énergie 48 VDC

L'atelier d'énergie, ensemble regroupant un module de distribution en courant continu ainsi qu'un bloc batteries constitue l'élément d'alimentation en courant continu. L'atelier d'énergie aura les fonctionnalités suivantes :

- Délivrer une tension continue aux équipements.
- Assurer le fonctionnement des équipements en cas de coupure d'électricité.
- Assurer le fonctionnement des redresseurs en cas de dysfonctionnement de l'un d'eux.
- Permettre la recharge des batteries.
- Alimenter le TDCC.

L'atelier d'énergie sera dans un premier temps dimensionné pour délivrer une puissance nécessaire au divers équipements sélectionnés comme devant être secours.

#### Distribution TDCC Variante

On installera un tableau de distribution en courant continu à proximité de l'atelier d'énergie pour gérer les départs et ajouts de nouveaux départs en tension continue.

### Collecte de câbles de remontée d'alarmes

Le site sera équipé d'un bornier de collecte de l'ensemble des alarmes techniques et des accès sur site installé dans un coffret.

Les alarmes suivantes pourront être remontées :

1. Défaut climatiseur 1
2. Alarme Détection incendie
3. Alarme majeure redresseur
4. Alarme mineure redresseur
5. Absence secteur redresseur
6. Tension basse Batteries
7. Défaut parafoudre
8. Seuil de température 25°C
9. Seuil de température 30°C
10. Défaut général TGBT
11. Défaut disjoncteur de tête

12. Intrusion (Porte principale)
13. Sonde de capteur d'eau (en option)
14. Réserve
15. Réserve
16. Réserve

### Gestion des flux thermiques

Selon sa fonctionnalité, le Shelter pourra être muni d'un système de gestion de l'ambiance pour assurer un bon fonctionnement des équipements hébergés dans le local.

### Système de ventilation

Selon le choix du système de refroidissement l'apport d'air neuf sera assuré mécaniquement par une entrée d'air située en partie basse des portes d'accès. Cette entrée d'air doit être suffisante pour assurer le taux de renouvellement du volume d'air nécessaire. Selon les régions une solution d'extraction d'air ou de climatisation sera privilégiée. Une bonne isolation efficace du Shelter sera à privilégier.

### La climatisation

La dissipation thermique des équipements actifs pourra être assurée par la mise en place d'un dispositif de climatisation adapté garantissant une nuisance sonore respectant la réglementation en vigueur. Le système de climatisation sera de type « Split système » ou en solution « free cooling » afin de tenir compte de la consommation électrique durant l'exploitation. On choisira la technologie adaptée à un encombrement minimal et un coût d'exploitation optimum.

Pour une bonne efficacité la fixation des climatiseurs intérieurs ou extérieurs devra être réalisée sur le mur du fond afin d'assurer un bon flux de renouvellement d'air. Les appareillages extérieurs seront protégés mécaniquement afin de le protéger du vandalisme. La réalisation des interfaces de sortie et entrée de fluides sur l'extérieur devront être réalisées afin d'assurer l'évacuation des eaux de condensation.

### Alarme « température haute »

Le Shelter sera équipé d'un système d'alarme « température haute » à partir de 2 thermostats électromécaniques réglés à des seuils de températures différents placés au milieu du Shelter à hauteur d'homme.

---

L'éclairage (Eclairage intérieur ; Eclairage extérieur ; Eclairage de secours)

### **Eclairage intérieur**

Les équipements d'éclairage des locaux techniques doivent être choisis parmi ceux qui n'émettent pas de perturbations électromagnétiques ou radioélectriques. Des systèmes de type néons fluorescents à starter électronique constituent une solution d'éclairage satisfaisante. L'éclairage intérieur sera réalisé à partir de blocs lumineux fluorescents à ballast électronique, positionnés suivant les plans du local. Ces équipements permettront d'obtenir un niveau d'éclairage de 400 lux/m<sup>2</sup>.

• Classe	1
• Degré de protection	IP657
• Essai au fil incandescent	850°C
• Energie de choc	6J
• Rendement et classe	0.65G + 0.09T

Tous les appareillages seront alimentés en 230V et raccordés au circuit de protection.

### **Eclairage extérieur**

Pour l'accès de nuit, la zone palière du Shelter sera éclairée par un hublot anti-vandale commandé par un interrupteur à détection de mouvement et installé au-dessus de la porte d'accès.

### **Eclairage de secours**

Conformément aux normes de sécurité, un BAES de type standard doit être installé au-dessus de la porte.

### La détection incendie

Le local technique doit disposer d'une détection incendie. Un détecteur ou équivalent est conçu pour détecter la présence de fumée et ou chaleur et répond parfaitement au besoin en détection incendie dans la configuration de local technique retenue. On placera une tête de détection incendie dans l'espace NRO (en cas de PM co-localisé au NRO) pour couvrir la superficie totale de la salle. La plage de fonctionnement de cet équipement est de 9 à 15Vdc. Un extincteur au CO<sup>2</sup> sera disposé dans le local. Un plan d'évacuation ainsi qu'une notice pour l'utilisation de l'extincteur sera apposée de façon visible par tous.

### Gestion des accès au Shelter

Le Shelter doit notamment permettre l'accueil d'équipements lourds et volumineux.

Pour cela les passages depuis l'extérieur jusqu'aux salles techniques devront être étudiés pour permettre le passage des matériels (baies optique, baies opérateurs...).

La porte d'accès du Shelter est constituée d'un bloc porte comprenant un battant renforcé et un dormant en profilés d'aluminium anodisé ou d'acier traité anticorrosion.

La porte, un vantail, sera réalisée en aluminium double peau renforcée et isolée laine de roche ou en acier galvanisé :

- H d'environ 2100 x L900mm,
- classement anti-effraction
- Eventuellement coupe-feu si accueil d'équipements actifs dans le Shelter

La porte du Shelter sera équipée :

- d'une serrure mécanique 3 points à béquille contrôlée ou d'une serrure électrique pouvant être commandée par un lecteur de badge installé à proximité de la porte et pouvant recevoir un canon de type Europe
- d'un système de blocage à 90° et un arrêt de porte à 180°, une entrée d'air L600 x H900 sera positionnée sur la porte
- d'une grille aluminium fixée par vis inviolables équipée d'un filtre,
- d'un barreaudage anti-intrusion sur la face interne de la porte et grille anti-insectes.

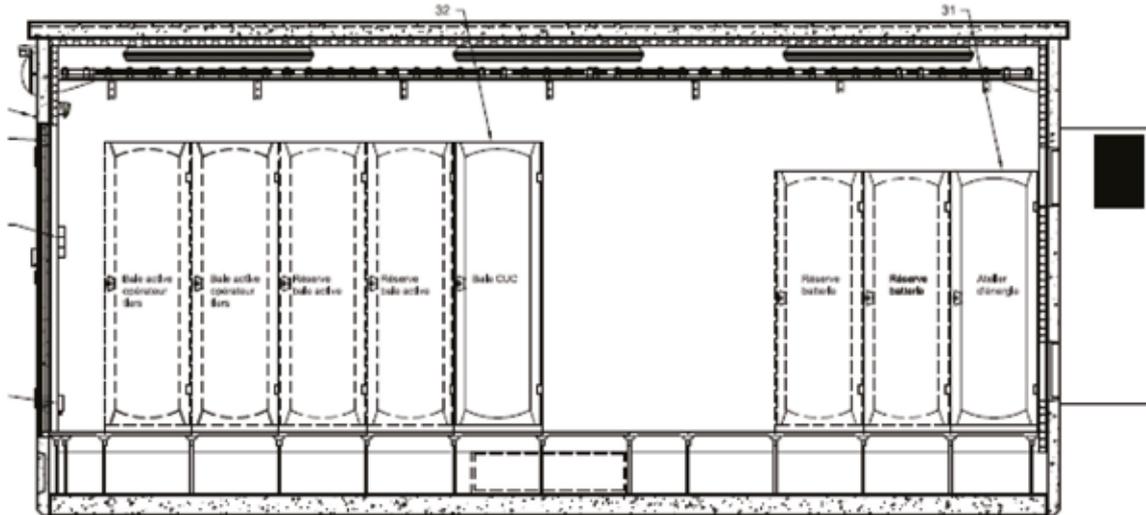
Les huisseries disposent d'un joint d'étanchéité. Ces portes s'ouvrent vers l'extérieur du caisson et libèrent un passage de 0,90 m x 2,09 m minimum. La mise à la terre de l' huisserie métallique par un raccordement au trolley des masses devra être réalisée.

### Les équipements télécoms

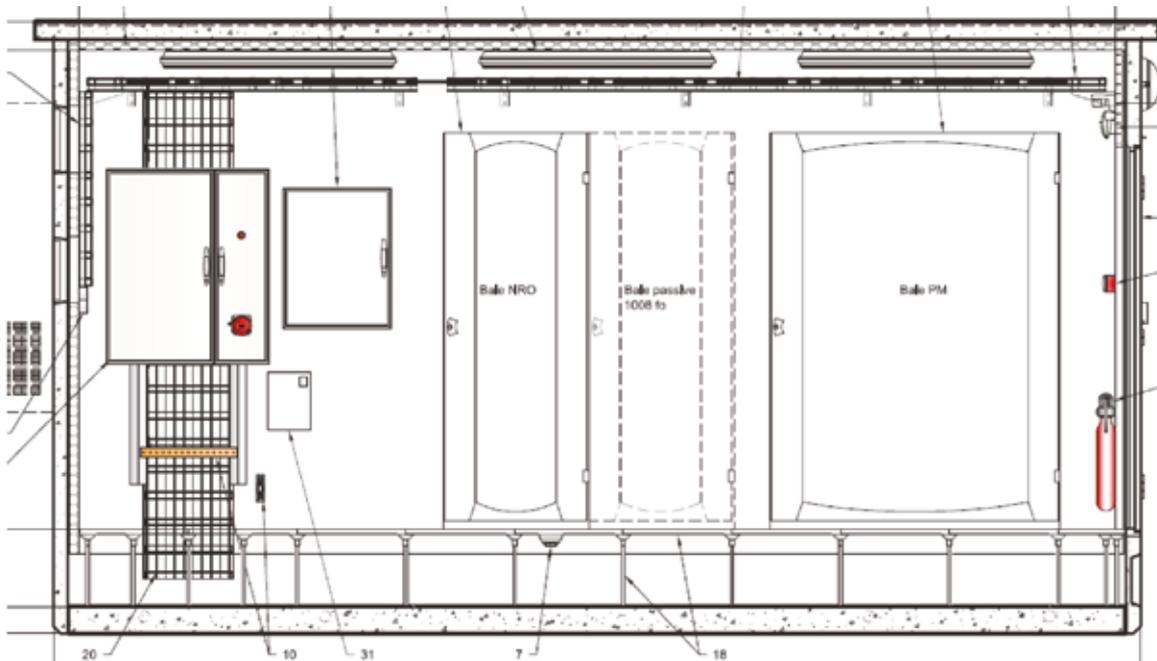
Le local sera destiné à l'accueil d'équipements télécoms actifs et passifs :

- Les équipements actifs :
  - Les OLT
  - Les routeurs (backbone)
- Les équipements passifs :
  - Les répartiteurs optiques

Les équipements des opérateurs GPON seront accueillis dans l'espace baies OLT.



*Exemple de disposition des diverses baies et Atelier d'énergie*



*Exemple de disposition des alimentations Protections et baies d'équipements*



Exemple de réalisation pour l'Alimentation, la Protection, la Gestion et les baies d'équipements



Opération de grutage

### 1.2.7.2.3 - TRANSPORT ET MANUTENTION

#### Le transport

L'acheminement du Shelter sur son site d'implantation sera réalisé par le fournisseur. Les Shelters seront montés sur camion depuis l'usine, jusqu'au site d'implantation. Les dimensions du Shelter répondent au gabarit routier, le transport du Shelter ne fera ainsi pas l'objet d'un convoi exceptionnel.

#### La mise en œuvre du Shelter

La mise en œuvre du Shelter sera réalisée par le fournisseur. La pose du Shelter sur son emplacement définitif se fera à l'aide d'une grue mobile hydraulique sous réserve :

- de l'accessibilité au chantier d'un ensemble routier de 16 mètres de long par 2 m60 de large
- d'une pente du chantier inférieure ou égale à 6%
- d'une distance entre l'axe de la grue et le centre de la fouille, inférieure ou égale à 7 mètres
- d'un terrain dégagé de tout obstacle sur un rayon de 7 mètres par rapport à l'axe de la grue
- de l'absence d'obstacles aérien (lignes téléphoniques, conducteurs MT-BT...)

Le Shelter sera équipé de 4 anneaux de levage en partie basse afin de favoriser la mise en place d'élingue sur les 4 points d'attache.

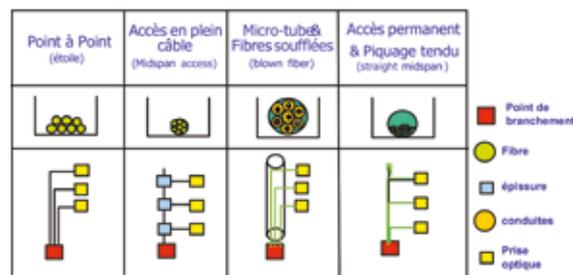
Pour le bon déroulement de l'installation du Shelter, l'entreprise de génie civil devra réaliser le fond de fouille obtenu par décaissement du sol, le nivellement, le compactage et le remblaiement.

- sa nature : lit de sable, de gravier ou de béton maigre selon la nature du terrain
- sa qualité : maîtrisée pour permettre une contrainte admissible au sol supérieure à 0,2 Mpa (2Kg/cm<sup>2</sup>) et un tassement différentiel inférieur à 1 cm sur la longueur du fond de fouille.

## 1.3 - COUCHE OPTIQUE PASSIVE

### 1.3.1 - INGÉNIERIE ET SYSTEMES DE CABLAGE

Le réseau d'accès cuivre de l'opérateur historique a été construit de manière arborescente afin d'économiser du cuivre, grâce à la simplicité de réalisation et au faible coût de montage d'un raccord entre deux paires. L'introduction de la fibre optique, par son faible diamètre, un raccordement plus complexe, le faible poids des câbles a fait naître de nouvelles manières de câbler, comme le piquage ou le soufflage. Les principaux types de câblage optique sont présentés schématiquement ci-dessous :



Systèmes de câblage

Il n'existe pas de système universel aujourd'hui. Chaque projet, à l'échelle d'une commune ou d'un pays, en fonction de l'infrastructure, de la stratégie de déploiement et d'investissements nécessite une analyse technico-économique et des expérimentations avant de choisir une ingénierie adaptée.

On pourra noter certaines généralités cependant :

- Lorsqu'il s'agit de créer une infrastructure souterraine sur de grandes longueurs, neuve ou en réhabilitation, les solutions soufflées sont usuellement déployées. Il est plus délicat de les déployer dans du GC traditionnel sur de courtes distances où les tubes sont systématiquement coupés au ras des masques dans les chambres de télécommunications, ne permettant pas directement le soufflage du câble, sauf à recréer une continuité. On parle alors de réhabilitation de GC avec des micro-conduites (voir § précédent), ou directement de tirage en conduite.
- Le piquage (midspan), en ligne ou sur câble tendu s'est très largement développé avec les réseaux de télécommunications optiques.
- Les solutions de piquage sur câble tendu (accessibilité permanente) se sont imposées dans les immeubles pour des raisons économiques (gain de love de câble aux étages). Elles commencent à se déployer pour les infrastructures façade et sont en cours de développement pour les infrastructures souterraines.

### 1.3.2 - LA FIBRE OPTIQUE

#### 1.3.2.1 - GÉNÉRALITES

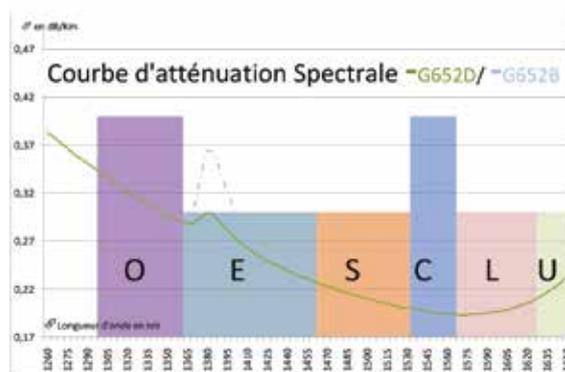
La fibre la plus couramment employée dans le domaine des communications électroniques demeure la fibre monomode G652D (standard UIT-T repris par la CEI 60793). Grâce à son faible affaiblissement linéique et à sa bande passante, elle permet la réalisation de liaisons longue distance à très hauts débits. Ces fibres sont majoritairement utilisées dans les réseaux de collecte.

Afin de rapprocher la fibre au plus près de l'utilisateur, de nouvelles fibres moins sensibles aux contraintes de courbures ont vu le jour ; leurs caractéristiques sont conformes à la recommandation G657 de l'UIT-T et répondent aux standards IEC 60793-2-50. Leurs avantages en matière de transmission notamment à 1625 nm et leurs aptitudes à la courbure permettent de les utiliser dans des espaces restreints tant dans les boîtiers extérieurs qu'intérieurs. Elles sont donc préconisées et déployées actuellement sur tout le réseau d'accès.

#### 1.3.2.2 - FIBRE MONOMODE G.652D

Ci-dessous sont présentées les caractéristiques principales de la fibre G652D :

- L'atténuation à @1310nm & @1383nm  $\approx$  0,35dB/km ;
- L'atténuation à @1550nm & @1625nm  $\approx$  0,22dB/km ;
- PMD ( $\leq$ 0.2 ps/ $\sqrt{\text{km}}$ ) ;
- La dispersion chromatique à 1550 nm  $\approx$  18 ps/nm.km ;
- Dispersion chromatique nulle aux alentours de 1310 nm.



Atténuation spectrale des fibres G652 B & D

La fibre G652D supporte les applications de multiplexage actuelles (WDM : Wavelength Division Multiplexing) utilisant les bandes C et L et des débits de transmission supérieurs au téra-bit/s.

La fibre G652D dont le pic OH- a été réduit (courbe verte ci-dessus), voire supprimé, permet l'utilisation de la bande E contrairement à la G652B.

La présence de dispersion chromatique permet d'être peu sujet aux effets non linéaires apparaissant à des puissances optiques importantes.

La fibre G652D à faible PMD (dispersion des modes de polarisation) est compatible avec l'évolution des transmissions vers des plus hauts débits.

#### 1.3.2.3 - FIBRE MONOMODE À FAIBLE RAYON DE COURBURE G.657

La fibre G657 supporte les très faibles rayons de courbure d'où son utilisation initialement dans des zones plus restreintes comme par exemple à l'intérieur des immeubles. Il existe 4 types de fibres G657 sur le marché.

Tout d'abord, la catégorie A indique que la fibre est entièrement compatible en soudure avec les fibres G652D alors que les spécifications de la catégorie B indiquent qu'elles ne le sont pas.

Puis, à cette lettre s'ajoute un indice croissant de 1 à 3 indiquant sa performance à la courbure comme le montre le tableau ci-dessous :

Rayon de courbure		15 mm	10 mm	7,5 mm	5 mm
Nb de tours		10	1	1	1
G657 A1	1550 nm	≤ 0,25 dB	<b>≤ 0,75 dB</b>	Non spécifié	Non spécifié
	1625 nm	≤ 1 dB	≤ 1,5 dB		
G657 A2	1550 nm	≤ 0,03 dB	<b>≤ 0,1 dB</b>	<b>≤ 0,5 dB</b>	Non spécifié
	1625 nm	≤ 0,1 dB	≤ 0,2 dB	≤ 1 dB	
G657 B3	1550 nm		<b>≤ 0,03 dB</b>	≤ 0,8 dB	<b>≤ 0,15 dB</b>
	1625 nm		≤ 0,1 dB	≤ 0,25 dB	≤ 0,45 dB

Caractéristiques des fibres G657 selon ITU G657 version de Novembre 2009

A date, la fibre la plus couramment utilisée par les opérateurs en zone moins dense correspond à la fibre G657A2. Les fournisseurs de soudeuses optiques proposent aujourd'hui des programmes automatiques simples adaptés au raccordement G657-G657 et G652-G657.

Le raccordement "mixte" G652-G657A2 présente des valeurs typiques en perte d'insertion supérieures à celles rencontrées lors d'un raccordement de deux fibres de même nature. Un ordre de grandeur des valeurs moyennes couramment rencontrées est indiqué ci-dessous :

- G652-G652 ou G657A2-G657A2 = 0.02 dB ;
- G657A2-G652 = 0.04 dB.

Les valeurs évaluées peuvent varier légèrement selon la soudeuse et les programmes utilisés (entre 0,03 et 0,05 dB pour le raccordement G652-G657A2).

Pour des applications à très faible rayon de courbure, on pourra utiliser la fibre G657B3, moins sensible à ce facteur, mais qui ne sera pas obligatoirement compatible avec la G652D. Le diamètre de champ de mode étant encore plus faible un impact pourra se noter pour la soudure avec une G652.

#### 1.3.2.4 - INTERET DE LA FIBRE G657A2 DANS LE RESEAU D'ACCES

La question du type de fibre à déployer dans le cadre du déploiement des réseaux FTTH est une question récurrente. Faut-il déployer de la fibre G657A2 ou de la fibre G652D ? Au premier abord, le coût induit du câble plaide en faveur de la fibre G652D. Cependant, la fibre G657A2 possède quelques caractéristiques qui permettent d'envisager à l'usage et sur la durée un coût total moindre.

##### 1.3.2.4.1 - MACROCOURBURES ET MICROCOURBURES

Nous rappelons en préambule que l'impact de la courbure se traduit de manière différente sur la transmission en fonction du type de courbure.

S'il s'agit d'une macro-courbure, le rayon de courbure étant grand devant le diamètre de la fibre, plus cette courbure se réduit, et plus l'atténuation linéique augmente sur l'ensemble du spectre de longueur d'onde.

S'il s'agit d'une micro-courbure, le rayon de courbure étant de l'ordre du diamètre de la fibre ou inférieur, l'atténuation augmente avec la longueur d'onde, au-delà de la longueur d'onde de coupure, et également avec la diminution du rayon de courbure.

Les fibres G652D et G657A2 se différencient donc bien essentiellement sur ce seul critère, puisque que le critère de compatibilité de soudure est assuré, normativement, par la fixation d'une plage de diamètre de champs de mode identique et une précision de la valeur plus resserrée pour la fibre G657A2 ( $\pm 0,4 \mu\text{m}$ ) que pour la G652D ( $\pm 0,6 \mu\text{m}$ ). Du point de vue de la courbure, la fibre G652D est qualifiée pour un rayon de courbure de 30 mm, la fibre G657A2 pour un rayon de courbure de 15 mm. Le tableau ci-dessous recense quelques mesures d'atténuation effectuées et représentatives des performances réelles constatées.

	G657A2		G652D	
<b>Wo<sup>1</sup> 1310</b>	8,9 $\mu\text{m}$	9,1 $\mu\text{m}$	$\leq 0,8 \text{ dB}$	$\leq 0,15 \text{ dB}$
<b>Wo 1550</b>	9,9 $\mu\text{m}$	10,2 $\mu\text{m}$	$\leq 0,25 \text{ dB}$	$\leq 0,45 \text{ dB}$
<b>Macro-courbure</b>	<b>1 Tour</b>	<b>10 tours</b>	<b>1 Tour</b>	<b>10 tours</b>
<b>Rayon 7.5 mm</b>	0,19 dB	1,45 dB	3,50 dB	35,00 dB
<b>Rayon 10 mm</b>	0,02 dB	0,25 dB	0,44 dB	4,70 dB
<b>Rayon 15 mm</b>	0,00 dB	0,02 dB	0,01 dB	0,08 dB
<b>Rayon 20 mm</b>	0,00 dB	0,00 dB	0,00 dB	0,00 dB
<b>Micro-courbure<sup>2</sup></b>	<b>0,79 dB</b>		<b>1,80 dB</b>	

*Comportement des fibres G657A2 et G652D aux courbures*

#### 1.3.2.4.2 - UNE INSENSIBILITÉ THERMIQUE ACCRUE

Du fait de sa construction, une fibre G657A2 est plus insensible aux variations thermiques de son environnement. Une fibre G652D, présente comparativement à une G657A2 des variations d'atténuation qui sont 5 fois plus élevée, après deux cycles thermiques à  $-40^\circ\text{C} + 70^\circ\text{C}$ .

Cette caractéristique demeure somme toute une caractéristique importante dès lors que nous considérons des armoires de rue ou des PBO, qui sont exposés aux variations climatiques journalières et saisonnières, et ce d'autant plus, que la fibre dans ces points de flexibilité n'est plus protégée par les gaines du câble.

#### 1.3.2.4.3 - ATTÉNUATION OPTIQUE

Les spécifications d'atténuations des fibres G657A2 à 1550 nm et 1625 nm sont inférieures aux spécifications pour les fibres G652D. Les valeurs réelles sont aussi très inférieures aux valeurs spécifiées. Aussi, s'il est admis que les fibres à faible rayon courbure, lors de courbure, sont moins impactées à ces longueurs d'onde, cela autorise l'exploitation de ces bandes de longueurs d'onde, dans le cadre de l'évolution des débits des technologies GPON. L'intérêt de ces fibres réside alors dans l'anticipation de cette évolution des débits et ainsi de ne pas être dans l'obligation de redéployer une nouvelle infrastructure, et changer uniquement les équipements d'extrémité.

Dans le cadre du respect du budget optique, et notamment dans les zones moins denses, le fait de pouvoir contenir les augmentations d'atténuation permet de se donner une plus grande tolérance sur la valeur maximale de la perte d'une soudure, notamment lorsque réalisée dans des conditions difficiles de terrain et lorsque contrôlée uniquement dans un seul sens sur la partie PM-PBO.

#### 1.3.2.4.4 - RÉSEAUX ET MISE EN ŒUVRE

Les caractéristiques en macrocourbures apportent un vrai plus notamment sur la partie finale, lors du raccordement client, ou les passages sont très contraignants. Aussi, dès lors, que des fibres G657A2 sont déployées sur la partie terminale, homogénéiser le réseau et industrialiser le déploiement revient de facto à généraliser sur tout le réseau FTTH, du NRO à la PTO, le même type de fibre G657A2, d'autant plus que la fibre G657A2 permet un certain nombre d'avantages, le premier étant de garantir la compatibilité de soudure sur l'ensemble du réseau.

<sup>1</sup>Wo : diamètre de champ de mode

<sup>2</sup>Mesure effectuée avec la méthode Sandpaper

#### 1.3.2.4.5 - RÉ-EXPLOITATION DES INFRASTRUCTURES EXISTANTES

En conséquence, d'un point de vue de la transmission, utiliser les fibres G657A2 dans le réseau FTTH présente un intérêt dans le cadre de la ré-exploitation des infrastructures existantes, et de la nécessité de miniaturiser ou diminuer la taille des composants de ces réseaux, et permettant ainsi, sans impacter les aspects transmissions,

- lover des câbles dans des chambres avec un diamètre plus petit, optimiser l'espace
- disposer de boîtiers d'épissure plus petits permettant un gain matière sur les équipements, et une optimisation des espaces occupés : le stockage des fibres est réalisé également sur des rayons plus resserrés.



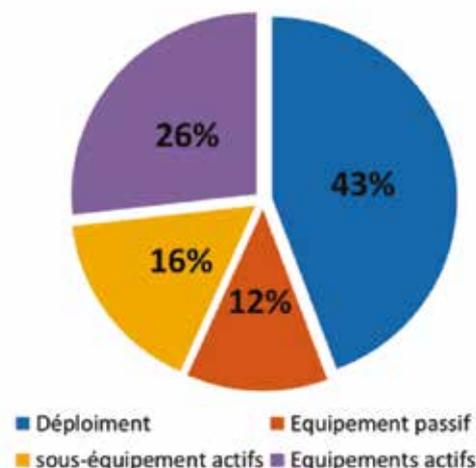
Mise en œuvre d'un boîtier d'épissure en chambre

#### 1.3.2.4.6 - DIMINUTION DES SEUILS DE RISQUES



Mise en œuvre d'un câble 720 fibres par tirage  
(Bures sur Yvette – décembre 2012)

Investissement réseau FTTH neuf



Répartition des coûts de déploiement d'un réseau FttH  
(Source: FTTH business guide – FTTH Council Europe 2013)

Par ailleurs, comme l'indique le graphique ci-dessus, la réduction des coûts de déploiement passe principalement par une optimisation des temps d'installation. Aussi, augmenter les cadences de pose présente des risques d'erreurs dans les raccordements (permutation de fibre) mais aussi des risques de sur sollicitation des câbles lors de la pose, liés à des conditions de terrains difficiles ou liés à des personnels formés récemment. Le meilleur comportement des câbles grâce à l'augmentation du seuil d'insensibilité en transmission versus la contrainte mécanique des fibres en microcourbures et macrocourbures, donne une marge de sécurité supérieure : à associer néanmoins à un contrôle d'atténuation après pose à 1625 nm, en cas de doute.

#### 1.3.2.4.7 - CONCLUSION

La fibre G657A2 a un réel impact dans le FTTH. Elle possède des qualités intrinsèques qui sont exploitables directement par le gestionnaire du réseau en matière d'optimisation des espaces (dans les chambres et dans les boîtes de protection d'épissures), et permet de garantir des faibles valeurs d'atténuation tout en anticipant les évolutions des matériels actifs de transmission.

### 1.3.3 - LES CABLES

#### 1.3.3.1 - GÉNÉRALITES

Dans le cas des réseaux d'accès, la minimisation des travaux de génie civil, la facilité et la simplicité d'accès aux fibres sont des paramètres primordiaux pour la performance technico-économique d'une infrastructure optique.

Pour atteindre cet objectif, le câble doit répondre à de nouveaux besoins :

- la densification en fibres,
- un encombrement et dimensionnel réduit,
- un accès plus aisé et rapide aux fibres,
- une possibilité d'accès en plein câble (Midspan access) pour permettre le piquage en ligne sur un câble optique tendu (accessibilité permanente avec la réalisation d'une ou deux fenêtres d'ouverture pour accéder rapidement à la fibre).

Le câble optique est un produit clé des déploiements des réseaux de communications électroniques. L'état de l'art des solutions existantes est présenté ci-après. Il se décline en fonction des infrastructures dans lesquelles ces câbles sont déployés et les méthodes de pose utilisées.

Les micromodules : pour minimiser les coûts d'installation, ces câbles doivent avoir une conception facilitant leur mise en œuvre, favorisant un accès aux fibres simple, rapide et sécurisé. Les câbles à base de micromodules souples « pelables » ou « déchirables » sont indiqués pour ces applications.

Contrairement aux structures « loose tube » rigides, ils sont souples et déchirables et permettent un accès aux fibres sur un mètre en moins d'une minute, sans outil spécifique, par simple pression et tirage entre les doigts. Ces micromodules sont de contenances variables, de 1 à 24 fibres.

Ils permettent de réaliser des accès en plein câble et des piquages en ligne très aisément.

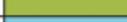
Ce type de structure simplifiera la mise en œuvre des câbles en boîtes d'épissurage ou en terminaison de câble.

Repérage des couleurs : Le code couleurs des fibres et modules le plus souvent utilisé est le suivant :

Couleur fibres et modules		
N°	Couleurs 1 à 12	
1	Rouge	
2	Bleu	
3	Vert	
4	Jaune	
5	Violet	
6	Blanc	
7	Orange	
8	Gris	
9	Marron	
10	Noir	
11	Turquoise	
12	Rose	

Code des couleurs - fibres et modules

A partir de la 13<sup>ème</sup> couleur, les micromodules sont de même couleur que les 12 premiers avec 1 anneau noir, sauf pour le micromodule noir modifié en vert clair :

13	Rouge		1 anneau
14	Bleu		1 anneau
15	Vert foncé		1 anneau
16	Jaune		1 anneau
17	Violet		1 anneau
18	Blanc		1 anneau
19	Orange		1 anneau
20	Gris		1 anneau
21	Marron		1 anneau
22	Vert pale		1 anneau
23	Turquoise		1 anneau
24	Rose		1 anneau

Code des couleurs - fibres et modules

Dans le cas particulier des câbles de la colonne montante, dès les 12 premiers modules un marquage anneau est employé et le module noir n'existe pas, il est remplacé par le vert clair.

L'étanchéité : pour les applications extérieures, une étanchéité longitudinale est nécessaire. Elle est de préférence assurée par des éléments gonflant à l'eau. Cette étanchéité sèche permet une bonne accessibilité à chacun des micromodules, sans gel à nettoyer.

Protection contre les rongeurs : dans le cas où une protection renforcée aux rongeurs est nécessaire, une armure acier est envisageable. Cette armure va alourdir le câble, le rendant plus difficilement soufflable. De plus, l'armure acier rend le câble plus difficile à mettre en œuvre (ouverture, accès aux fibres, cheminement en parcours non rectiligne, mise à la terre éventuelle...).

Pour un niveau de risque très élevé, la protection FRP (Fiber Reinforced Polymer : éléments rigides en fibre de verre) est considérée comme la meilleure protection. Cependant, cette solution présente un coût très élevé et confère au câble une rigidité qui rend son utilisation en réseau d'accès très difficile.

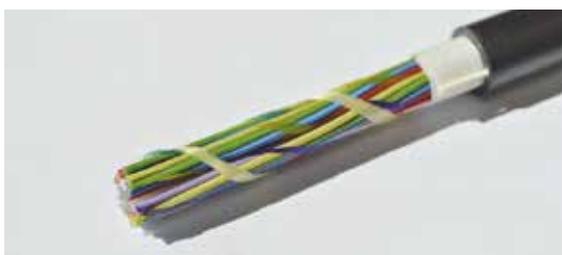
Pour un niveau de risque élevé, les câbles à structure diélectrique avec renforcement fibre de verre "hot melt" réalisent un optimum prix / performance. Le renforcement à base de mèches de verre enduites est nettement préférable dans le cas des réseaux d'accès, de par sa légèreté et sa facilité de mise en œuvre. Il existe aussi depuis peu une nouvelle génération de câble avec des gaines anti-rongeur qui agissent comme répulsif sur ces nuisibles mais sans risque pour la santé. Cette technique innovante permet d'obtenir une bonne protection tout en gardant une grande souplesse des câbles similaires aux gammes sans protection.

Pour un niveau de risque faible, l'armure à base de fibres de verre est suffisante. L'utilisation de gaine anti-rongeur répulsive de nouvelle génération est une alternative efficace.

Dans tous les cas, l'utilisation des mèches d'aramide seules est insuffisante pour assurer une résistance aux attaques de rongeurs.

### 1.3.3.2 - CABLES SOUTERRAINS

#### 1.3.3.2.1 - CÂBLES SOUTERRAINS FORTE CONTENANCE



Câble forte contenance

Les câbles à forte contenance sont des câbles qui contiennent un nombre de fibres optiques élevé (typiquement de 432 à 864 fibres). Ces câbles sont généralement employés à la sortie des nœuds de réseaux (NRO, SRO) avant éclatement en câbles de plus faibles contenances. Habituellement, il s'agit de câbles pour pose en conduite, On peut aussi les employer plus rarement pour des poses en égout ou en pleine terre. Leur conception sera donc adaptée à leurs environnements spécifiques. La particularité de ces câbles réside plus dans la constitution de l'âme optique. Celle-ci doit permettre un repérage sûr et aisé de chacune des fibres du fait de leur multiplicité.



Traitement des modules et identification

Généralement pour identifier les fibres, 2 niveaux d'identification sont nécessaires. Le premier fait référence à la couleur de la fibre et le second à la couleur de son module. Ici, du fait du nombre élevé de fibres, le repérage des éléments nécessite un troisième niveau de codification. Ce troisième niveau est composé de groupes de micromodules. Ces groupes sont distingués les uns des autres grâce à un filin de couleur les entourant ou par un marquage anneaux à la surface des micromodules (nombre maximum d'anneaux égal au nombre de groupes). En ce qui concerne sa gaine extérieure, celle-ci sera adaptée à l'environnement extérieur du câble. Le principal avantage de ces câbles réside en leur densité élevée de fibres qui permet de réduire l'encombrement des fourreaux et de déployer rapidement un grand nombre de fibres.

		432 fibres	576 fibres	720 fibres	864 fibres
Gamme de températures :	Transport et stockage	-40 / +70 ° C			
	Installation	-5 / +45 ° C			
	Fonctionnement	-30 / +60 ° C			
Traction maximale (N)		2800	3000	24000	4400
Résistance à l'écrasement (N/cm)		250			
Rayon de courbure mini (mm)		200	200	200	200
Diamètre nominal du câble (mm)		16,5	18	18,5	19,5
Poids nominal (kg/km)		180	210	230	270

Caractéristiques des câbles à forte contenance

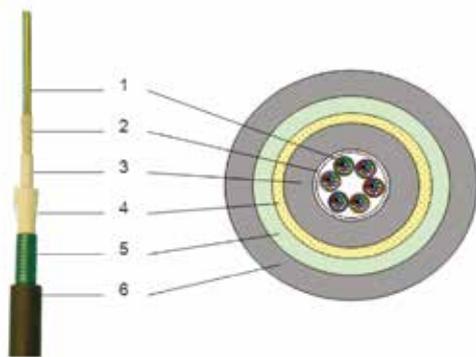
### 1.3.3.2.2 - CÂBLES POUR POSE PLEINE TERRE / ÉGOUT

Les câbles posés directement en pleine terre ou pour cheminement en égout sont définis pour résister à des conditions mécaniques sévères.

La pose d'un câble optique en pleine terre exige une structure dotée d'une armure en acier ou en FRP (Fiber Reinforced Polymer : élément en fibre de verre). Disposée généralement entre les 2 gaines

du câble, cette armure assure une très bonne protection des fibres aux chocs et à l'écrasement. La gaine extérieure sera systématiquement de type PeHD, l'étanchéité longitudinale de l'ensemble des éléments du câble est nécessaire.

Pour la pose en égouts, cette conception de câble est prévue pour les environnements particulièrement exposés aux rongeurs et aux agressions chimiques.



- ① MICROMODULES: 6, 8 ou 12 fibres optiques sous peau thermoplastique déchirable
  - ② Etanchéité sèche : Ruban hydrogonflant
  - ③ Central Unit : Tube thermoplastique
  - ④ Renforts souples : Mèches de verre
  - ⑤ Armure : Acier copolymère
  - ⑥ Gaine finale : Polyéthylène Haute Densité noir
- Protection très renforcée contre les rongeurs

Structure d'un câble pleine terre / égouts

#### Caractéristiques préconisées :

- Température d'installation : -5 à + 50°C IEC 60794-1-2 F1
- Température de fonctionnement : -40°C à +60°C IEC 60794-1-2-F1
- Température de stockage : -40°C à +60°C IEC 60794-1-2-F1

- Tenue à l'écrasement : 4500 N/10cm IEC 60794-1-2-E3
- Tenue aux chocs : 5N/m IEC 60794-1-2-E4

### 1.3.3.2.3 - CÂBLES POUR POSE EN FOURREAUX

L'encombrement des fourreaux impose des câbles légers et denses en fibres. Les méthodes de pose par soufflage ou portage à l'eau sont les plus utilisées, elles n'imposent pas de renforts particuliers dans la structure du câble. Les efforts de traction maximum subis par le câble sont toujours inférieurs à 500 N. Des valeurs de résistance à la traction de 750N ou 1200N sont suffisantes pour pallier les éventuelles tractions manuelles qui peuvent s'avérer nécessaires.

La composition du câble sera basée sur l'utilisation de micromodules (2 à 24 fibres dans un élément de diamètre maximum 1.85 mm). Un câble utilisant cette technologie sera plus léger et plus compact qu'un câble traditionnel à structure "loose tube". Les micromodules sont de conception souples, « pelables » ou « déchirables », ils permettent un accès à la fibre sans outil, rapidement et en toute sécurité.

Les câbles sont généralement diélectriques en structure unitube avec des renforts latéraux noyés dans la gaine ou en structure double gaine avec des éléments de renfort disposés entre

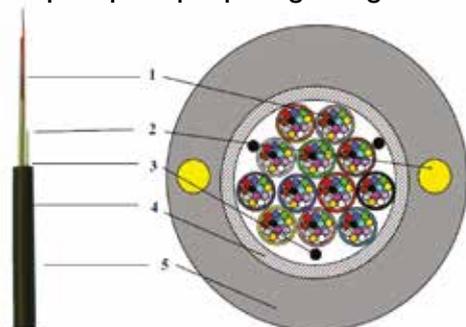
les 2 gaines pour une protection renforcée des fibres optiques.

La gaine extérieure est en PeHD ou en tout type de matériau à faible coefficient de frottement. Le coefficient de frottement du PeHD est plus faible que celui des matériaux LSOH utilisés pour un usage intérieur. Néanmoins, dans le cas où le câble pénètre dans un immeuble ou une zone de vie, il est nécessaire d'avoir une gaine LSOH. Les résultats obtenus en soufflage seront moins bons que ceux obtenus avec une gaine PeHD, mais la sécurité des personnes est une exigence réglementaire incontournable.

Pour le soufflage à l'air ou portage à l'eau, on choisira un câble léger et compact avec une résistance à la traction inférieure à 120 daN (déca-newton). Les câbles à micromodules permettent des gains en distance de pose de plus de 40% par rapport aux structures standard.

La gaine extérieure PeHD avec son coefficient de frottement performant et sa faible densité garantiront des poses en grandes longueurs. D'autre part cette gaine assurera une bonne résistance mécanique au câble.

#### Câbles pour pose par portage/tirage en fourreau standard en structure mini-unitube optimisée



- ① **Micromodules** : 2 à 12 Fibres optiques sous peau thermoplastique déchirable.
- ② **Renforts rigide** : 2 renforts en FRP
- ③ **Etanchéité sèche** : éléments hydro-gonflants
- ④ **Renforts souples** : mèche de verre
- ⑤ **Gaine finale** : Polyéthylène Haute densité Noire

Structure d'un câble structure mini-unitube

		412 fibres	36 fibres	48 fibres	72 fibres	144 fibres	288 fibres
Gamme de températures :	<b>Transport et stockage</b>	-40 / +70 ° C					
	<b>Installation</b>	-5 / +50 ° C					
	<b>Fonctionnement</b>	-40 / +60 ° C					
Traction maximale (N)		800	1200	1200	2000	2200	2700
Résistance à l'écrasement (N/cm)		200					
Rayon de courbure mini (mm)		60	80	80	85	110	120
Diamètre nominal du câble (mm)		6,1	8,4	8,4	10	12	13,2
Poids nominal (kg/km)		31-	56	56	69	80	95

Caractéristiques des câbles mini-unitube

### 1.3.3.2.4 - MICRO-CÂBLES POUR POSE PAR PORTAGE À L'AIR/EAU EN MICRO-CONDUITE



Câble pour portage à l'air

Spécialement étudiés pour le réseau d'accès qui exige des câbles toujours plus petits, ces câbles très compacts bénéficient d'une enveloppe polyéthylène à faible coefficient de frottement pour un meilleur glissement dans la micro-conduite.

Le principe de la technique de portage à l'air/eau repose sur deux aspects :

- Une chenille qui entraîne le câble dans la micro-conduite Un effet de portage du câble assuré par l'injection d'air comprimé ou d'eau sous pression dans la micro-conduite.

Cette méthode est de loin la moins contraignante pour le micro-câble qui n'est exposé qu'à une très faible traction longitudinale répartie sur la longueur du câble présent dans la conduite. C'est, avec le "flottage", la méthode qui assure la plus grande sécurité pendant la phase d'installation.

En fonction du nombre de fibres souhaitées, on dimensionnera les micro-conduites nécessaires. Le nombre de fibres conditionne le diamètre du micro-câble et, par conséquent, le choix de la micro-conduite la plus appropriée. Le soufflage de micro-câbles permet de faire transiter dans des micro-conduites, des micro-câbles de contenances élevées (jusqu'à 144 fibres).

Applications	Branchement	Desserte				
Diamètre câble	≤ 2.6 mm	≤ 4.5 mm	≤ 6 mm	≤ 7 mm	≤ 8.0 mm	≤ 8.5 mm
Exemple de diamètre de micro-conduite	3.5/5mm	6/8 mm	8/10 mm	9,4/12 mm	10/12mm	11/14 mm
Structures	1 à 12 Fo	4 à 24 Fo	12 à 72 Fo	96 Fo	144 Fo M24	144 Fo M12

Caractéristiques des câbles pour portage à l'air/eau

Les micro-câbles pour micro-conduites devant être denses, les solutions à base de micromodules seront préférées pour leur encombrement mais aussi leur facilité de mise en œuvre.

### 1.3.3.3 - Câbles aériens

#### 1.3.3.3.1 - Généralités

Le déploiement de câble par voie aérienne permet un déploiement rapide à moindre coût en utilisant des appuis existants sous réserve de modélisation mécanique du support (réseau de distribution électrique, réseau de télécommunications, éclairage public dans certains cas, fixations sur bâtiments). Cette solution peu esthétique peut être considérée comme provisoire en attendant un enfouissement au gré de futurs travaux de génie civil en coordination avec la réalisation d'autres réseaux (adduction d'eau potable, de gaz, etc.). Ces réseaux disponibles peuvent être la propriété de la collectivité qui déploie ou la propriété d'un tiers (poteaux Orange ou ENEDIS par exemple). Les câbles sont reliés aux appuis par des systèmes d'ancrage. Il est impératif que le couple câble/

ancrage soit validé afin de s'assurer que, lors de l'utilisation du câble dans les conditions limites, il ne se produira pas de glissement du câble dans l'ancrage, d'arrachement de gaine ou bien d'écrasement du câble (cf paragraphe 4.2.6).

Enfin, lors d'un déploiement en aérien sur des appuis existants, une étude préalable est nécessaire pour vérifier que les supports peuvent recevoir la charge supplémentaire apportée par l'ajout de ces câbles lors des conditions limites d'utilisation. Par exemple pour le réseau électrique français dans le domaine BT et HTA, les conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les distributions d'énergie électriques sont définies par l'arrêté du 10 mai 2006 et s'appuient sur les caractéristiques de la norme NF C 11-201 d'octobre 1996, amendé par la révision NF C 11-201/A1 de décembre 2004.

Hypothèse	Surcharge glace (kg/m)	Température (°C)	Pression du vent sur les câbles (MPR)	
			Zone vent faible	Zone vent fort
<b>Lignes BT</b>				
A	0	15	427.5	480
B	0	-10	135	135
<b>Lignes HTA</b>				
A	0	15	570	640
B	0	-10	180	180
G1	1	-5	480	480
G3	3	-5	480	480
G5	5	-5	480	480
G8	8	-5	480	480

*Conditions climatiques*

Aussi sur le réseau de distribution électrique, 3 familles de portées sont généralement rencontrées :

- Portée < à 60 m (Réseau BT) ;
- 70m < Portée < 120 m (réseau HTA) ;
- Portée > 120 m (réseau HTA)

### 1.3.3.3.2 - LES CARACTÉRISTIQUES ATTENDUES DES CÂBLES AÉRIENS

Dans l'histoire du câble optique les différentes structures de câbles qui sont apparues répondaient à des problématiques différentes. Les câbles « loose tube » ont été conçus pour les réseaux longue distance ou l'encombrement des fourreaux, et la compacité des matériels de raccordement n'étaient pas une problématique. De plus, ces réseaux correspondaient à des liaisons point à point avec peu de fibres.

Le FttH a apporté de nouvelles problématiques: encombrement des fourreaux, réutilisation d'infrastructures aériennes, liaisons point-multipoints avec piquage en ligne. De fait la mise en œuvre, les temps de raccordement et l'encombrement des matériels sont devenus de nouvelles problématiques à résoudre. C'est ainsi que sont généralisées les structures micromodules, un concept né pour les réseaux FttH.

Les exigences de déploiement FttH en zone moins denses imposent de ré-exploiter les infrastructures aériennes existantes et de pouvoir accéder rapidement à la fibre optique afin de pouvoir raccorder les abonnés de ces réseaux « au fil de l'eau ».

C'est pourquoi les structures de **câbles autoportés diélectriques** (ADSS, All Dielectric Self Supporting) **à micromodules sont les câbles les plus adaptés** (par opposition aux structures Loose Tube) :

- Les micromodules améliorent grandement l'accessibilité à la fibre en permettant un gain de temps sur la préparation des câbles dans les boîtiers de protection d'épissures ou de raccordement (jusqu'à 40%).
- Les câbles à micromodules sont de faible dimension et de faible masse, ils favorisent une réduction des encombrements sur les poteaux déjà largement utilisés pour certains, et sont de forme ronde pour une meilleure intégration esthétique et pour diminuer la prise au vent. Ils conduisent donc à des sollicitations moindres sur les poteaux.

Normes de référence :

Normes d'essais

Afin de permettre la reproductibilité de la mesure des performances des câbles à fibres optiques, tous les essais sont réalisés selon la norme NF EN 60794-1-2, relative aux procédures de base applicables des câbles optiques.

Normes de performances

De plus, il existe des références normatives qui définissent les performances techniques que doivent respecter à minima les produits déployés dans le réseau de desserte FTTH, tant en transport, que de distribution.

IEC 60794-3-10	Câbles extérieurs – Spécification de famille pour les câbles optiques de télécommunications destinés à être installés dans des conduites, directement enterrés ou attachés en aérien.
IEC 60794-3-11	Câbles extérieurs – Spécification de produit pour les câbles de télécommunications à fibres optiques unimodales, destinés à être installés dans des conduites, directement enterrés et en aériens ligaturés.
IEC 60794-3-20	Câbles extérieurs – Spécification de famille pour les câbles optiques de télécommunications aériens autoporteurs.
IEC 60794-3-21	Câbles extérieurs – Spécification particulière pour les câbles optiques de télécommunications aériens autoporteurs utilisés dans le câblage de locaux.
prXP C 93-850-3-25	Spécification particulière - Câbles de distribution à usage extérieur, en aérien ou en souterrain
prXP C 93-850-6-25	Spécification particulière – Câble de distribution à usage mixte (intérieur et extérieur).

---

### Qualification fonctionnelle

Tous les tests de caractérisation des produits prennent en compte la fonctionnalité première du câble à savoir d'assurer une transmission de données entre un émetteur et un récepteur. Aussi, dans le cadre d'un déploiement GPON en zone rurale où le budget optique est limité, les tests de qualification des produits introduisent une limitation de la variation d'affaiblissement pendant l'essai à 0,1 dB. Par exemple, une traction est effectuée sur 200 mètres de câbles. Ce test permet de garantir la conservation du budget optique de la liaison pendant la sollicitation mécanique des parties aériennes du câble lors des événements climatiques ou autres.

La réversibilité est donnée parfois à titre indicatif. La réversibilité du signal optique après l'essai, donne une indication sur la limite avant rupture mais ne peut en aucun cas être considérée comme une valeur garantissant le fonctionnement du câble de manière pérenne.

### Les tensions mécaniques

Sur un câble aérien, les tensions mécaniques sont les grandeurs physiques les plus importantes. Au nombre de 3 et mesurées selon la norme NF EN 60794-1-2 méthode E1, ces tensions définissent la plage de fonctionnement mécanique du câble.

#### T<sub>m</sub>, tension maximale ou charge momentanée de traction admissible (short-term tensile load) :

C'est la charge qui peut être appliquée momentanément au câble sans dégrader la tenue mécanique des fibres optiques dans le temps. Cette tension est déterminée pour un allongement fibre max de 0,3% et une variation d'affaiblissement de 0,1 dB. Elle doit être considérée comme la charge limite, auquel le câble peut être soumis dans des situations peu fréquentes mais possibles (installation, conditions climatiques extrêmes). 0,3% allongement fibre, c'est le 1/3 de la valeur de proof test qui permet de prévoir une durée de vie supérieure à 25 ans. La fibre est dotée d'un capital qu'on consomme au fil du temps. Une excursion de tension au-delà de cette limite a pour effet de réduire ce capital et donc de diminuer la durabilité.

#### TL, tension d'utilisation ou charge permanente de traction admissible (long-term tensile load) :

C'est la charge qui peut être appliquée durablement au câble sans dégrader la tenue mécanique des fibres dans le temps. Cette tension est déterminée pour un allongement fibre de 0,05% et une variation d'affaiblissement de 0,1 dB.

#### Tension de pose :

C'est la tension à appliquer au câble sur une portée donnée, avec une flèche donnée, à 15°C lors de son installation. La tension de pose doit être inférieure à la tension d'utilisation.

#### La résistance à l'écrasement

L'écrasement est exprimé en daN/cm ou daN/10cm et est réalisé selon la norme NF EN 60794-1-2 méthode E3. Ce paramètre est important car l'écrasement est le phénomène physique qui s'exerce réellement et localement sur le câble lorsqu'on utilise des pinces d'ancrage.

Le cône de l'ancrage à coincement conique ou de l'ancrage préformé convertit la tension en écrasement au contact du câble. Aussi est-il important que la résistance à l'écrasement soit du même ordre de grandeur que la tension maximale du câble, et qu'elle soit connue pour une variation d'atténuation de 0,1 dB afin de préserver la continuité de service.

#### La résistance à la courbure

Le rayon de courbure est proportionnel à dix fois le diamètre du câble, sa caractérisation est obtenue lors de courbure selon l'essai NF EN 60794-1-2 méthode E10 et E11, tout en mesurant la variation d'atténuation.

De la même manière que l'écrasement, l'aptitude à la courbure du câble est un paramètre important. Plus le rayon de courbure est faible et plus son intégration esthétique est efficace (loves de blocage ou de stockage).

#### La plage de température de fonctionnement

Réalisé selon la norme NF EN 60794-1-2 méthode F1, l'essai de cycle thermique entre -40°C et +70°C permet de s'assurer du bon fonctionnement du câble sur une étendue de température qui ne préjuge pas du lieu de son installation.

par ailleurs, cet essai permet de vérifier que les variations journalières et saisonnières n'ont pas d'impact sur la transmission optique et le vieillissement du câble.

La présence de renforts rigides dans la gaine permet de s'affranchir des contractions et dilatations de la gaine polymère et de protéger les fibres optiques.

#### Étanchéité de l'âme optique et des renforts FRP

Dans le cas d'une liaison aérosouterraine, des câbles non étanches longitudinalement véhiculent l'eau via l'âme optique ou les renforts, par capillarité, jusqu'à l'intérieur des boîtes de raccordement ou dérivation. Associée à des températures négatives, la présence d'eau dans les câbles se transforme en glace et conduit à des contraintes et dégradations des éléments de la structure du câble.

Il s'agit alors de vérifier, selon le protocole de la norme NF EN 60794-1-2 méthode F5, qu'il n'y a pas de propagation d'eau par capillarité dans l'âme optique ou les renforts. La propagation d'eau par capillarité étant un phénomène physique lent, les câbles de la gamme UND 1534 sont validés en étanchéité après des essais d'une durée de 168 heures contre 24 heures dans la norme d'essai.

Les âmes optiques sont rendues étanches grâce à la présence dans la structure de dispositifs gonflants (mèche aramide, ruban, filin, ...) qui ont pour objectif de bloquer la pénétration d'eau dans l'âme. par ailleurs, le fait d'avoir un seul renfort rigide dans l'épaisseur de gaine, permet une répartition homogène de la matière autour du porteur qui freine la propagation de l'eau par capillarité au niveau des porteurs. Deux renforts dans l'épaisseur de gaine forment un huit et la matière lors de l'extrusion de la gaine n'épouse pas correctement la forme.

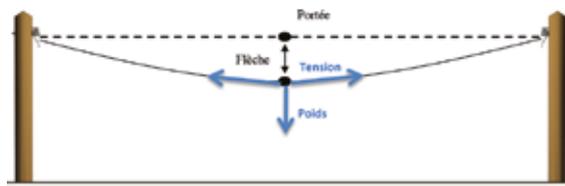
#### 1.3.3.3.3 - LE DIMENSIONNEMENT DES CÂBLES AÉRIENS

Le dimensionnement des câbles aériens prend en compte les conditions topologiques dans lequel il va être installé et les conditions climatiques qu'il devra ensuite endurer. Cette prise en compte au préalable est impérative pour couvrir un maximum de cas rencontré sur le terrain, et de ne pas avoir

à gérer dans le cadre d'un déploiement plusieurs types de câbles avec un risque accru d'erreur. Par ailleurs, lors de la création des artères optiques, sur les portions aériennes, les conditions topologiques peuvent différer d'un poteau à l'autre : portée différente, dénivelé, ...

#### Prise en compte des conditions topologiques

Un câble aérien suspendu aux deux extrémités sous l'action de son propre poids uniformément réparti décrit une courbe en première approximation parabolique, reliant la flèche au poids du câble, à la portée et à la tension qui s'exerce aux extrémités.



*Répartition des forces liées à la charge d'un câble suspendu*

On en déduit alors, entre autres, que pour une flèche et une portée données, plus le poids du câble est élevé, plus la tension, qui s'exerce aux extrémités, est importante. De la même manière, pour un câble donné, plus la portée est élevée, plus la tension est grande.

Dans le cadre des déploiements FttH, les artères de distribution empruntent alternativement des poteaux Basse Tension ENEDIS et des poteaux téléphoniques Orange en fonction des études et des priorités de conception.

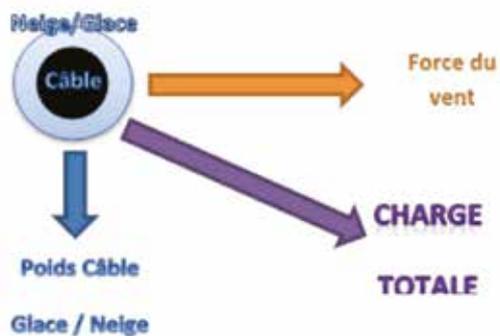
Aussi, afin de ne pas multiplier les références câbles pour minimiser le risque d'erreur d'emploi de câbles non adaptés au réseau en cours de construction, **les câbles aériens sont idéalement conçus pour des portées allant jusqu'à 70 mètres**, permettant une utilisation sur poteau d'énergie ou poteau de télécommunication.

### Prise en compte des conditions climatiques

Les conditions climatiques sont prises en compte dans une équation de changement d'état qui régit le système physique constitué par le câble tendu entre deux poteaux, et qui relie les grandeurs physiques (tension, portée, température) aux caractéristiques intrinsèques du câble (poids, Module d'Young, section, et coefficient de dilatation).

Les conditions climatiques rencontrées sont de trois ordres :

- La température
- Le vent
- La présence de neige ou de glace sur le câble



Répartition des forces avec prise en compte des conditions climatiques

La température est présente directement dans l'équation de changement d'état, les caractéristiques de vent et de neige sont intégrées dans le calcul du poids du câble (cf. schéma ci-dessus) en calculant une surcharge pondérale liée au poids de glace ou neige et à la pression de vent qui s'exerce sur le câble.

C'est cette même équation d'état qui est intégrée dans les logiciels de calcul COMAC/CAMELIA/CAPFT, et qui permet pour des conditions données de calculer les tensions qui s'exercent sur les poteaux. De fait, les conditions climatiques prises en compte pour le dimensionnement des câbles sont également issues des hypothèses climatiques présentes dans ces mêmes logiciels, et sont résumées dans le tableau ci-dessous.

Hypothèse	Description	Température (°C)	Pression de vent (PR)
A1	Zone Vent Normal (ZVN)	15	427,5
A2	Zone Vent Fort (ZVF)	15	480
B1	Hiver zone froide	-10	135
B2	Hiver zone très froide	-20	135
G1	Hiver froid avec 1 kg/m de glace, vent normal pour BT	-5	360

Prises en compte des conditions climatiques (hypothèses)

### Grandeurs caractéristiques des câbles

Les logiciels de calcul des câbles aériens permettent donc, connaissant les caractéristiques des poteaux soutenant les câbles, et les caractéristiques des câbles en fonction d'hypothèses climatiques pour la zone géographique considérée, de déterminer si les appuis existants sont aptes à supporter de nouvelles lignes aériennes, et le cas échéant, donnent des orientations techniques sur le renforcement ou le remplacement à opérer.

Les caractéristiques des matériels sont intégrées dans les bases de données des logiciels de calcul. Il est également possible de saisir des données manuellement dans l'éditeur pour simuler un nouveau câble. Les câbles à fibres optiques sont décrits par les grandeurs physiques suivantes :

- Le diamètre du câble en mm,
- La section réelle en mm<sup>2</sup>, qui représente la section réelle de matière de renforcement,
- La masse linéique, exprimée en kg/m,
- Le module d'Young réel, exprimé en daN/mm<sup>2</sup>, qui est le module d'Young de l'ensemble des renforts présents dans le câble,
- Le coefficient de dilatation, exprimé en 10<sup>-6</sup> /°C,
- La charge à la rupture, exprimée en daN.

#### 1.3.3.3.4 - Câbles aériens pour réseau électrique HTA



Câble aérien pour appuis HTA

Ce type de câble est généralement posé sur les réseaux électriques aériens haute tension de type A (typiquement entre 1000 et 50 000 volts alternatifs). Les portées sont généralement supérieures à cent mètres et les contenances des câbles comprises entre 72 et 288 fibres.

Ces câbles, du fait de leur exposition directe aux événements climatiques, doivent être renforcés. En effet un câble aérien, en particulier sur ces longues portées, est soumis à des surcharges importantes dues au vent, et, ou au givre. De même les fortes variations de températures impliquent une dilatation du câble qui influe directement sur sa flèche et donc sa tension.

Cette protection est généralement constituée de méplats en fibre de verre résinée qui apportent une résistance à la traction ainsi qu'une résistance aux impacts (notamment aux plombs de chasse). On trouve aussi des mèches d'aramide qui offrent un excellent ratio module/poids.

#### 1.3.3.3.5 - Câbles aériens de distribution sur appuis télécom ou BT

Pour la partie distribution d'un réseau aérien, on utilise des câbles conçus pour utiliser les réseaux aériens électriques basse tension (BT) ou bien les réseaux aériens télécoms déjà existants. Dans ces cas là les portées requises sont inférieures à cent mètres et typiquement de l'ordre de soixante mètres. Les contenances des câbles retenus sont, comme pour un tronçon de distribution classique, généralement comprises entre 6 et 288 fibres.

Selon que le câble soit déployé en milieu urbain ou rural il peut s'avérer nécessaire d'utiliser un câble muni d'une protection balistique.

Dans ce cas les câbles seront de géométrie cylindrique et des méplats en fibres de verre résinés sont câblés sous la gaine, comme dans le cas des câbles pour portée HTA. Ces derniers pourront être déployés classiquement dans des conduites voire même en pleine terre.



Câble aérien pour appuis BT avec protection balistique

La géométrie des câbles est préférentiellement cylindrique pour limiter la prise au vent. La gaine du câble, est une gaine de PEHD dans lequel sont noyés deux renforts FRP de section suffisante pour s'affranchir des variations climatiques et conférer au câble des performances à la traction. Cette résistance à la traction peut être augmentée si nécessaire par des renforts d'aramide présent dans l'âme optique.

Les câbles sont maintenus aux poteaux par l'intermédiaire de pinces d'ancrage et de suspensions qui se fixent directement sur le câble. Ces derniers sont dûment qualifiés avec le câble en glissement et en vibration afin de vérifier la compatibilité des ancrages et du câble (cf paragraphe 4.2.6).



Câble aérien FttH

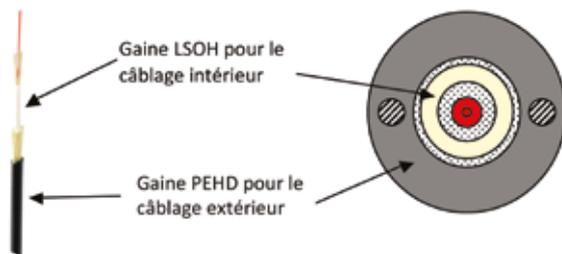
De manière globale, le tableau ci-dessous définit les caractéristiques optimales aériennes en termes d'encombrement et de performances mécaniques des câbles aériens :

	CAPACITE FO	DIAMETRE CABLE (MM)	TRACTION (DAN) TENSION MAX DU CABLE @ 0.3% ALLONGEMENT FIBRE	ECRASEMENT (N/CM)	RAYON COURBURE MINI (MM)
Normes d'essais			NF EN 60794- 1-2 E1	NF EN 60794- 1-2 E3	NF EN 60794- 1-2 E11
Sanction optique			VARIATION AFFAIBLISSEMENT <0.1 DB @ 1550 NM AU COURS DE L'ESSAI		
CABLE AERIEN Coûts PORTÉES (≤ 70M) – MODULARITE 12	1 à 12	< 6,5	> 80	> 200	< 60
	24 à 36	< 8,5	> 120	> 200	< 80
	48	< 10	> 180	> 250	< 100
	72	< 11	> 220	> 300	< 120
	84 à 144	< 12	> 270	> 300	< 175
	288	< 15	> 320	> 300	< 150
CABLE AERIEN Coûts PORTÉES (≤ 70M) – MODULARITE 6	6	< 6,5	> 80	> 200	< 60
	12	< 8	> 120	> 200	< 80
	18 à 36	<10	> 170	> 250	< 100
	48	< 11	> 220	> 250	< 110
	72	< 12	> 270	> 250	< 120
	78 à 144	< 14	> 320	> 250	< 150
CABLE AERIEN MOYENNES PORTÉES (70M < P ≤ 120M)	6 à 36	< 12	> 400	> 450	< 150
	40 à 72	< 14	> 400	> 450	< 150
	96 à 144	< 15	> 600	> 500	< 170
CABLE AERIEN GRANDES PORTÉES, HTA (>200M)	12 à 48	< 14	> 2000	> 450	< 150
	60 à 84	< 14	> 2000	> 450	< 150
	96 à 144	< 15	> 2000	> 450	< 170

*Caractéristiques mécaniques de câbles aérien de distribution*

Dans un certain nombre de cas de figure il pourra être nécessaire de réaliser des boucles de lochage sur les câbles entrant ou sortant appelé loves de blocage. Cette mise en œuvre est développée de manière plus approfondie dans le chapitre 6 du guide FTTH en ZMD édition novembre 2017.

### 1.3.3.3.6 - CÂBLES AÉRIENS DE BRANCHEMENT INTÉRIEUR / EXTÉRIEUR AÉRIEN ET CONDUITE



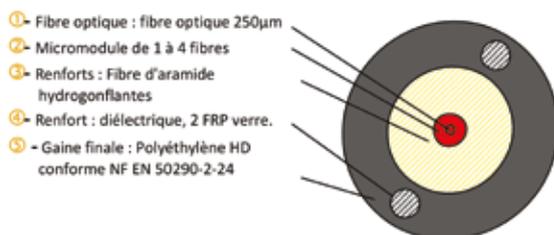
Câble de branchement intérieur / extérieur

Ces câbles permettent le raccordement de l'abonné du point de branchement extérieur (PBO) jusqu'à la Prise Terminale Optique (PTO) dans le logement. En extérieur, ces câbles peuvent être posés en aérien pour des portées allant jusqu'à 50 mètres, ou en conduite. Ils sont dotés d'une gaine extérieure en polyéthylène Haute Densité qui est déshabillable, permettant ainsi d'accéder au câble d'abonné. En intérieur, ce câble d'abonné est posé en goulotte, ou collé, ou agrafé jusqu'à la prise optique.

#### Caractéristiques préconisées :

- Contenance typique de 1 à 4 fibres optiques ;
- Température d'installation : -5 à +50°C ;
- Température de fonctionnement : -40 à +70°C ;
- Résistance à la traction :  $T_m = 800$  N (câbles à 1 fibre optique) ;
- Résistance à l'écrasement : 2000 N/10 cm. des câbles aériens :

### 1.3.3.3.7 - CÂBLES DE BRANCHEMENT EXTÉRIEUR AÉRIEN ET CONDUITE



Câble de branchement extérieur diamètre 5 mm

Ces câbles permettent le câblage de l'abonné du point de branchement extérieur (PBO) jusqu'au point de transition (boîtier de transition ou DTIO) à l'entrée du logement.

Ces câbles ont une gaine extérieure en polyéthylène Haute Densité à faible coefficient de frottement pour un meilleur glissement dans les conduites. En extérieur, ces câbles peuvent être posés en aérien pour des portées allant jusqu'à 50 mètres, ou en conduite. Leur faible diamètre permet de réaliser des rayons de courbures plus petits et sont plus faciles à passer en conduite grâce à leur poids allégé.

#### Caractéristiques préconisées :

- Contenance typique de 1 ou 4 fibres optiques ;
- Diamètre nominal : 5 mm ;
- Température d'installation : -5 à +50°C ;
- Température de fonctionnement : -40 à +70°C ;
- Résistance à la traction :  $T_m = 800$  N ;
- Résistance à l'écrasement : 2000 N/10 cm.

### 1.3.3.4 - CÂBLES FAÇADE

#### 1.3.3.4.1 - CÂBLES FAÇADE À ACCESSIBILITÉ PERMANENTE



Câble optique en façade (Lille)

En façade, un soin esthétique doit souvent être apporté au câblage. Les câbles sont de faibles diamètres, souples et discrets. Leur structure permet de parcourir des façades en prenant des angles relativement serrés et en longeant des corniches.

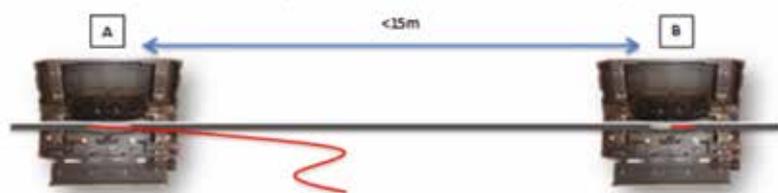
Les câbles sont constitués d'une gaine en Polyéthylène Pe anti-UV apportant une bonne résistance aux chocs et à l'écrasement. Typiquement le diamètre n'excédera pas 12mm pour une contenance de 72 fibres.

Le câble et les modules optiques sont spécialement conçus pour réaliser l'opération d'extraction en toute sécurité et sans perturber les fibres éclairées. Il permet l'extraction d'un module optique par la création de deux fenêtres. La première permet de mettre en place le boîtier d'épissure de faible

encombrement (cf PB façade paragraphe 4.3.7.2.2) et de raccorder les clients et la deuxième sert à couper le module sélectionné et l'étanchéité du câble sera reconstituée par la mise en place d'un clip obturateur .

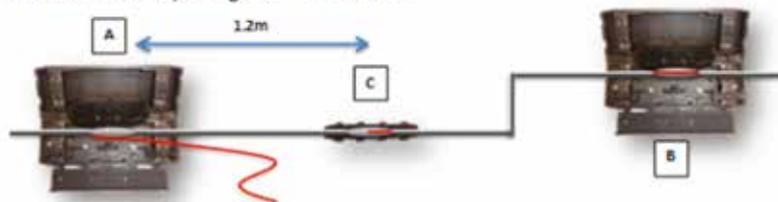
#### a. Méthode de piquage N°1

Le parcours du câble est rectiligne et la distance entre les boîtiers A et B est inférieure à 15m  
Les micromodules sont coupés en B et exploités en A (soudure dans boîtier)



#### b. Méthode de piquage N°2

Le parcours du câble entre les boîtiers A et B n'est pas rectiligne  
Les micromodules sont coupés en C à une distance de 1.2m de A  
Un clip obturateur étanche vient protéger la fenêtre en C



Principe de l'accessibilité permanente

Caractéristiques du câble à accessibilité permanente :



Vue en coupe d'un câble à accessibilité permanente

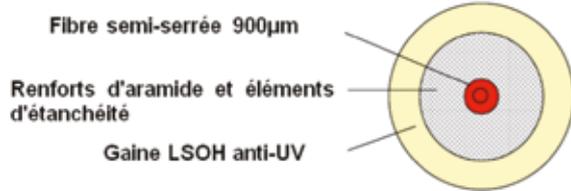
- Contenance typique de 12 à 72 fibres optiques ;
- Température d'installation : -5 à +50°C ;
- Température de fonctionnement : -30 à +60°C ;
- Résistance à la traction : > 650 N ;
- Résistance à l'écrasement : 2000 N/10cm.

### 1.3.3.4.2 - CÂBLES FAÇADE DE BRANCHEMENT EXTÉRIEUR

Le câble de branchement extérieur pour le raccordement de l'abonné contient de 1 à 4 fibres optiques. Il est protégé par une gaine Zéro Halogène anti-UV. Pour une installation aisée, ce câble souple peut aussi être collé et agrafé.

#### Caractéristiques du câble de branchement extérieur :

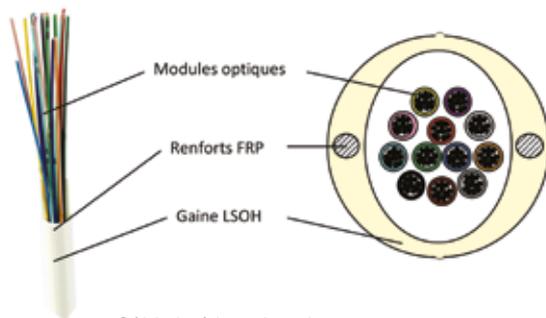
- Diamètre : ~4mm ;
- Contenance typique de 1 à 4 fibres optiques ;
- Étanche ; Température d'installation : -5 à +50°C ;
- Température de fonctionnement : -30 à +70°C ;
- Résistance à la traction : environ 400 N ;
- Résistance à l'écrasement : 2000 N/10cm.



Câble de branchement extérieur

### 1.3.3.5 - CÂBLES IMMEUBLE

#### 1.3.3.5.1 - CÂBLES INTÉRIEURS DE COLONNE MONTANTE



Câble intérieur de colonne montante

Ces câbles sont définis pour assurer la distribution des logements à l'intérieur d'un immeuble et font la jonction avec le réseau extérieur. Ils sont généralement posés verticalement du local technique en pied d'immeuble au dernier étage en cheminant à travers les colonnes techniques ou les cages d'escalier lorsque les colonnes techniques n'existent pas dans le cas des immeubles anciens. A chaque point de branchement, ils permettent une accessibilité permanente en piquage tendu des fibres optiques par une ouverture de quelques centimètres (6 à 8 centimètres) réalisée sur la gaine extérieure du câble, à l'aide d'un outil spécifique.

Les modules peuvent ainsi être dérivés :

- avec épissure sur une longueur maximale de 6 mètres (câbles à compacts tubes);
- avec épissure sur une longueur maximale de 20 mètres (câbles à isolation semi-serrée);
- sans épissure, jusqu'au DTIO, sur une longueur maximale de 20 mètres (câbles avec micro-câbles poussables).

Ces câbles sont dotés d'une gaine sans halogène non propagatrice de la flamme et doivent être classés à minima Euroclasse Dca-s2,d2,a2 pour répondre au RPC (Règlement des Produits de construction). Ces câbles sont conformes aux directives européennes : REACH et RoHS.

### Caractéristiques des câbles de colonne montante :

- Contenance typique de 8 à 288 fibres optiques selon tableau ci-dessous :

Type de module optique	Modularité	Ø Câbles 6.75 mm	Ø Câbles 8.50mm	Ø Câbles 10.50mm	Ø Câbles 13.50mm
μmodules CT	2 à 12 fibres optiques PRr module	12 x CT-2 8 x CT-6 4 x CT-12	18 x CT-2 10 x CT-6 6 x CT-12	32 x CT-2 16 x CT-6 12 x CT-12	48 x CT-2 36 x CT-6 24 x CT-12
Semi Serrée 900μm	1 fibre optique PRr module	8 x ISS	12 x ISS	24 x ISS	48 x ISS
Micro Câbles Poussables	1 ou 2 fibre(s) optique(s) PRr module	8 x MCP-1 6 x MCP-2	12 x MCP-1 8 x MCP-2	24 x MCP-1 12 x MCP-2	48 x MCP-1 24 x MCP-2

### Caractéristiques des câbles intérieurs de colonne montante

- Température d'installation : -5 à +50°C
- Température de fonctionnement : -40 à +70°C
- Résistance à la traction : Tm = 300 N à 600 N (en fonction des types de câbles) .
- Résistance à l'écrasement : 1000 N à 2000 N/10cm.

### 1.3.3.5.2 - CÂBLES IMMEUBLE DE BRANCHEMENT

Ces câbles vont généralement du PB Immeuble jusqu'à la DTIO ou la Prise Terminale Optique (PTO).

Ils existent sous deux formes :

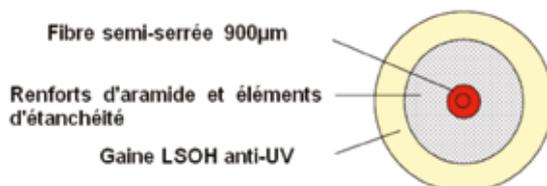
- Câble d'abonné standard (LSOH)
- Câble poussable (LSOH)

#### Câble d'abonné standard (LSOH) :

Ce câble pour le raccordement de l'abonné contient de 1 à 4 fibres optiques. Il est protégé par une gaine Zéro Halogène anti-UV qui est non propagatrice de la flamme (C2 suivant la NFC 32070-2-1). Il est aussi possible de le coller ou l'agrafer.

#### Caractéristiques du câble de branchement intérieur :

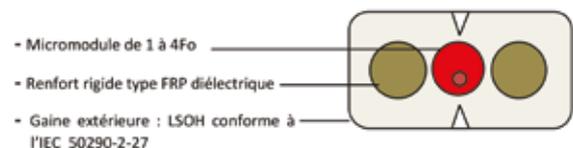
- Diamètre : ~4mm ;
- Contenance typique de 1 à 4 fibres optiques ;
- Température d'installation : -5 à +50°C ;
- Température de fonctionnement : -30 à +70°C ;
- Résistance à la traction : environ 400 N ;
- Résistance à l'écrasement : 2000 N/10cm.



Câble de branchement intérieur

#### Câble poussable (LSOH) :

Ce câble a la particularité de pouvoir être poussé en conduite entre le PBO et la DTIO (ou la PTO), sans avoir à utiliser une aiguille. Il peut très bien être mis dans un fourreau encombré par un autre câble type coaxial ou ethernet par exemple. Il s'agit donc d'un gain de temps non négligeable pour l'installateur. Sa gaine LSOH à faible coefficient de frottement et sa raideur naturelle permettent de pousser le câble sur des longueurs importantes dans l'habitat.



### 1.3.3.5.3 - CORDON ABONNÉ

par « cordon d'abonné », on entend le cordon allant de la prise optique d'abonné PTO jusqu'à l'équipement terminal ONT. Ces cordons (de 2 à 5 m) renferment généralement une fibre optique à faible rayon de courbure (ITU-T G657) et sont équipés d'un connecteur à chaque extrémité, typiquement : SC/APC. La gaine est en matériau sans halogène. Le diamètre le plus couramment utilisé sur ce type de cordon est de 2.8 mm.

Mécaniquement, c'est un produit qui pourra prendre place dans une salle de séjour et devra supporter les risques d'écrasement par un pied de tabouret, morsure de chien et les risques d'arrachement. La conception du câble et le montage des connecteurs devront prendre en compte ces éléments.

#### Caractéristiques type d'un cordon d'abonné 1 fibre :

- Diamètre : 2,8 mm
- Perte d'insertion moyenne d'une connexion  $\leq 0.35$ dB en brassage aléatoire selon IEC 61 300-3-34
- Perte en RL (Return Loss)  $\geq 60$  dB, suivant méthode CEI 61300-3-6 ;
- Température de fonctionnement : -25 à +70°C ;
- Résistance à la courbure :  $\geq 30$ mm ;
- Tenue au feu : non propagateur de la flamme (C2 suivant UTE C 32-071) ;
- Tenue aux UV.

### 1.3.3.6 - CABLES PRE-CONNECTORISÉS

L'utilisation de câble pré-connectorisé s'est développée depuis quelques années pour le câblage des immeubles. Elle simplifie le travail des installateurs et limite le risque d'erreurs de câblage sur le terrain par une préparation de l'extrémité du câble en usine (SC/APC). Ces câbles sont en général livrés sur tourets ou en couronne, parfois avec une prise optique ou des accessoires (kits). Ci-dessous quelques exemples de câbles préconnectorisés :

#### Câbles ou kit de branchement intérieur (§ 4.3.3.5.2) :

Le câble pré-connectorisé est livré en couronne ou dans un carton dévidoir en longueur inférieure à 50 m. Dans sa version kit, il est accompagné d'une prise optique, déjà montée ou non sur l'extrémité du câble.



Câbles de branchement pré-connectorisé

#### Câbles ou kit de branchement extérieur / intérieur (§ 4.3.3.4) :

- Produit conçu de la même manière que les câbles intérieurs.

### 1.3.4 - LA CONNECTIQUE OPTIQUE

La connexion optique, que l'on parle de connecteur ou d'épissure est un composant crucial pour la bonne mise en œuvre d'un réseau d'accès FTTH, et particulièrement de la partie raccordement depuis le point de branchement (PBO) jusqu'à la prise d'abonné (DTIO).

Quatre technologies de connectique sont aujourd'hui couramment utilisées sur le territoire :

- Connectique standard SC
- Connectique LC
- L'épissure fusion: raccordement en ligne fibre à fibre et de pigtaills
- L'épissure mécanique : principalement utilisée en partie branchement (sous réserve que le boîtier permette son intégration)

Dans ce chapitre nous proposons de passer en revue les différents types de connectique en fonction de leur place dans le réseau, de la fonctionnalité du nœud et de l'ordre de grandeur de ce point en quantités de fibres raccordées.

#### 1.3.4.1 - LES ÉPISSURES

Les épissures sont un moyen de raccordement non démontable, en ligne, de deux fibres optiques. Elles sont principalement caractérisées par de faibles pertes optiques, de hauts taux de réflexion (en valeur absolue) appelée également réflectance et des résistances en traction permettant une continuité du lien optique.

Le champ d'application typique des épissures est le raccordement en ligne fibre à fibre dans l'infrastructure optique, du NRO au PB, et dans le branchement d'abonné (du PBO au DTIO).

#### 1.3.4.1.1 - FUSION

L'épissure par fusion est utilisée massivement sur la totalité du réseau FttH. Le coût de l'équipement et la technicité nécessaire pour la mise en œuvre de l'épissure soudée sont justifiés sur ces opérations de raccordement de masse. La baisse des coûts sur les équipements de raccordement et la simplification de leur utilisation, ont permis ces dernières années que ce type d'épissure soit également utilisée dans le raccordement d'abonnés. Cette technique garantit une fiabilité de transmission à long terme.

#### 1.3.4.1.2 - MÉCANIQUE

L'utilisation de l'épissurage mécanique, sous réserve que les boîtiers permettent son intégration, est une alternative à l'épissurage par fusion, compte tenu du coût réduit de l'outillage et de la simplicité de mise en œuvre.



Exemples d'épissures mécaniques et outillages de mise en œuvre

#### 1.3.4.2 - LES CONNECTEURS

Les connecteurs sont un moyen de raccordement démontable, en ligne, de deux fibres optiques permettant les opérations de connexion/déconnexion. Ils sont principalement utilisés dans les nœuds d'exploitation du réseau et en partie terminale chez l'abonné. Leur utilisation est justifiée par :

- Le brassage de fibres pour optimiser l'utilisation de ressources (port actif, coupleurs, fibre...)
- La nécessité d'un point d'accès pour effectuer des mesures
- Le besoin de matérialiser une limite de responsabilité entre deux propriétaires d'infrastructure optique en continuité (opérateur / client par exemple)

Si l'on s'en tient à la définition, un connecteur est composé de deux fiches et d'un raccord. Par abus de langage, on donne souvent le nom de connecteur à la fiche elle-même.

#### 1.3.4.2.1 - TYPES DE CONNECTIQUE

Le SC/APC est fortement déployé depuis la fin des années 90 en France dans les réseaux longue distance et de collecte.

Dans le cas de services sur réseau PON à 1550 nm, l'usage de connecteurs de type APC (Angled Physical Contact) à fort taux de réflexion (>60dB) est recommandé. Ce n'est pas le cas dans les réseaux points à point, où un connecteur de type UPC (Ultra Physical Contact > 50 dB) est suffisant.

Le démarrage du FTTH en France a utilisé le standard SC (Push Pull) basé sur l'utilisation de férules céramiques de diamètre 2,5 mm. Si l'on veut déployer un réseau neutre, l'utilisation à minima des meilleures performances en taux de réflexion (APC) est nécessaire afin de garantir le fonctionnement de l'ensemble des équipements actifs disponibles sur le marché.

La mutualisation des réseaux impliquant l'implantation de nœuds de flexibilité de forte capacité, intégrés dans des locaux techniques de faible surface, peut impliquer l'utilisation de connecteur de type LC de plus faible volume (férule céramique de 1,25 mm) notamment au niveau des équipements actifs.

L'utilisation de différents types de connectique (SC, LC, etc.) dans un même réseau est possible. par contre les performances en taux de réflexion (UPC, APC) doivent être identiques. L'UPC et l'APC sont aujourd'hui les types de connectique les plus utilisés.



Connecteurs SC/PC et SC/APC (vert)

Dimensionnel des connecteurs suivant :  
 Fiche SC/APC -> IEC 61754-4 interface 61754-4-5  
 Raccord SC/APC -> IEC 61754-4 interface 61754-4-2

Les jarretières et pigtails sont fabriqués en usine avec des moyens de production permettant de garantir les spécifications exigées dans les réseaux très hauts débits. Les caractéristiques garanties sont :

- Optiques : les mesures de pertes d'insertion et de taux de réflexion sont effectuées face à des fiches de référence conformément aux normes IEC 61300-3-4 et IEC 61300-3-6. L'inspection visuelle des fiches est réalisée sous un grossissement X400 sur des critères d'acceptation établis en usine (rayures, points... etc).
- Géométriques : les caractéristiques géométriques de polissage (APEX, rayon, undercut / protrusion) sont contrôlées par interférométrie conformément à la norme IEC 60874-14-5.

Les connecteurs sont classés en fonction des performances IL (Grade A à D) et RL (Grade 1 à 4). Ces grades sont définis par IEC 61753-1 Ed 1 (2007) et sont résumés dans le tableau ci-dessous :

Attenuation grade	Attenuation Random mated IEC 61300-3-34
Grade A	Not defined yet
Grade B	0,12 dB mean 0,25 dB max. for > 97% of samples
Grade C	0,25 dB mean 0,50 dB max. for > 97% of samples
Grade D	0,50 dB mean 1,0 dB max. for > 97% of samples
Return loss grade	Return Loss Random mated IEC 61300-3-6
Grade 1	60 dB (mated) and 55 dB (unmated)
Grade 2	45 dB
Grade 3	35 dB
Grade 4	26 dB

IL et RL suivant norme IEC 61300-3-34

Il est à noter que ces grades sont définis par rapport à des méthodes de mesures normalisées. Ces méthodes permettent de définir une qualité de fabrication sur un même lot selon 2 paramètres statistiques pour l'IL (Moyenne sur l'ensemble des mesures et Max sur 97% de l'ensemble des mesures) et 1 paramètre pour le RL (Max sur l'ensemble des mesures). Les valeurs de grade IL ne sont en aucun cas des valeurs de recette : Les valeurs de grade IL indiquent un niveau de qualité du matériel livré. Les valeurs IL de recette sont à définir par les contractants en cohérence avec le matériel installé.

**Il est recommandé l'utilisation de connecteurs classés Grade C1, compte tenu de l'exigence technico-économique visée dans les réseaux FttH.**

#### 1.3.4.2.2 - PIGTAILS ET JARRETIÈRES

Les pigtails et jarretières existent avec tous types de fibres. Le terme « cordon » est également utilisé pour désigner une jarrière optique ainsi que demi-cordon pour pigtail.

- Le pigtail 900µm

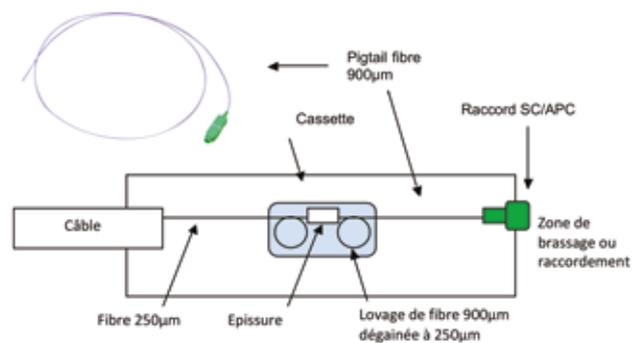


Schéma de câblage d'un pigtail 900µm

Les pigtails sont utilisés pour équiper l'extrémité d'un câble avec des fiches optiques.

Ceci afin de raccorder les fibres d'un câble pour accéder à une zone de brassage ou de raccordement.

Ils sont composés d'une fibre optique gainée à 900µm sur laquelle est montée une fiche en usine et ont une longueur d'environ 1,30 m. L'utilisation d'une fibre 900µm permet une manipulation plus sécurisée de la fibre pour l'accès en partie "arrière" des zones de brassage. Cette gaine 900µm (structure « semi-serrée » ou « easy strip ») doit être retirée à l'aide d'une pince de dénudage pour l'accès à la fibre 250µm. Après avoir retiré leur gaine sur la longueur désirée, les pigtails sont épissurés par fusion en extrémité des fibres du câble, la protection d'épissure et la fibre 250µm étant ensuite rangés dans une cassette.

Un exemple type de ce genre d'installation est illustré ci-dessous par une cassette de répartiteur :

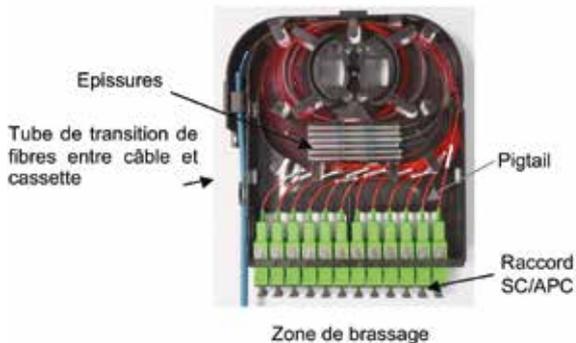


Illustration de l'installation d'un pigtail 900µm

#### Pigtail 1,6 ou 2 mm :

Son principe d'utilisation est identique au pigtail 900µm mais il présente des caractéristiques mécaniques supérieures pour l'environnement du répartiteur où il est utilisé et sollicité de manière plus intensive. Il présente également l'avantage, par rapport à l'ancienne structure de 2,8 ou 3 mm, de diminuer de plus de 50% le volume occupé par les cheminements de stockage de ces jarretières.

Ci-dessous le principe d'utilisation de ce type de pigtail 1,6 ou 2mm :

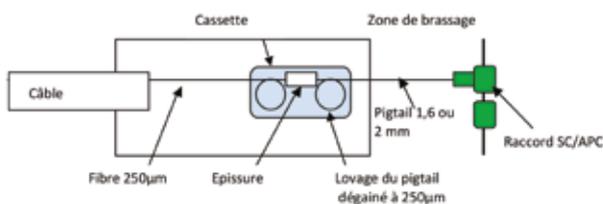


Schéma d'installation d'un pigtail 1,6 ou 2mm

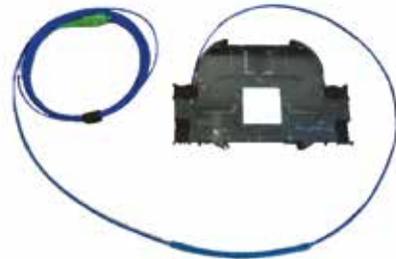


Illustration de l'installation d'un pigtail 2mm sorti de cassette

#### Jarretières 1,6mm ou 2 mm :

Les jarretières 1,6mm ou 2 mm sont utilisées dans une zone de brassage comprise entre deux panneaux de raccords. Elle est réutilisable contrairement au wrapping cuivre et peut être utilisée indépendamment à chacune de ses extrémités.

Principe de brassage :



Principe de brassage d'une jarretière 1,6 ou 2mm

#### 1.3.4.2.3 - CONNECTEURS MONTÉS TERRAIN

Dans une logique de réduction des coûts d'intervention et de logistique, deux technologies FMC (Field Mountable Connector) sont actuellement disponibles sous réserve que les boîtiers permettent leur intégration :

- Connecteur préfibré : l'association d'un micro pigtail et d'une épissure mécanique ; mise en œuvre très simple qui ne nécessite pas de collage à chaud ou à froid, ni de polissage et utilise les principes éprouvés de l'épissurage mécanique.
- Polissage sur le terrain : connecteur optique sans gel d'indice et sans colle ; la mise en œuvre se fait méthodiquement à l'aide d'outillages pré réglés avec des vérifications de bonne exécution et utilise une polisseuse mécanique (train épicycloïdal) légère.



Exemple de connecteur monté terrain

#### 1.3.4.2.4 - TABLEAU RECAPITULATIF

Caractéristiques principales	Connecteur LC	Connecteur SC	Connecteur SC	Epissure mécanique	Connecteur montage terrain
Diamètre des câbles et fibres connectorisés	2 mm, 1,6mm, 900 µm	2,8mm, 2 mm, 1,6 mm, 900 µm	250 µm, 900 µm	250 µm, 900 µm	250 µm, 900 µm
Perte d'insertion à 1310 nm et 1550 nm (valeur indicative moyenne pour grade C1)	< 0,25 dB max	< 0,25 dB max	< 0,1dB max	< 0.1 dB (moyenne)	< 0,3 dB typique, max 0,6 dB
Réflexion	< -60 dB (APC) < -50 dB (UPC)	< -60 dB (APC) < -50 dB (UPC)	NA	< -55 dB (moyenne à 20°C)	< -40 dB (moyenne)
Traction	900 µm: 7 N 2 mm: 70 N	900 µm: 7 N 1,6 mm: 50 N 2 mm: 70 N 2,8 mm: 70 N	> 5 N	> 4 N	900 µm: 7 N
Traction	-25°C, +70°C	-25°C, +70°C	-25°C, +70°C	-25°C, +70°C	-25°C, +70°C

Caractéristiques principales des épissures et connecteurs

### 1.3.5 - LES COMPOSANTS OPTIQUES SPECIFIQUES

Les composants optiques s'installent essentiellement dans les réseaux à fibre partagée de type « PON » (passive Optical Network). Ces composants peuvent être de différents types et permettent la mise en œuvre des technologies WDM, PON ou WDM-PON.

#### 1.3.5.1 - LES COUPLEURS

Ils peuvent être implantés au niveau du Nœud de Raccordement Optique (NRO) et au niveau des Sous Répartiteur Optique / Point de Mutualisation (SRO/PM). Le choix et la qualité du coupleur sont essentiels car leur fiabilité à long terme et leurs

pertes d'insertion engendrées ont des répercussions importantes sur le réseau. Les composants utilisés sont compatibles avec tous les systèmes de transmission type PON actuels et à venir (WDM PON ou NGPON2 par exemple).

Un coupleur est un élément passif qui permet de répartir la lumière transmise par une ou deux fibres (1xN ou 2xN) vers 2 à 64 fibres.

Les ratios typiques sont en : 1x2, 1x4, 1x8, 1x16, 1x32, 1x64 ou en version 2xN pour des applications de surveillance de réseau sans perturbation du signal transmis.

Il existe différentes technologies de coupleurs optiques sur le marché, mais c'est le type « Planaire » (PLC) qui est la plus adaptée aux réseaux PON. Elle repose sur la création de guides d'ondes par photolithographie (procédé similaire à celui utilisé pour la création de circuits intégrés). Elle permet d'obtenir des composants avec une meilleure uniformité entre les branches et dans un tout petit volume.

par ailleurs les longueurs d'ondes de transmission sur les réseaux FttH étant, pour un réseau G-PON, 1310 nm pour le sens montant et 1490 nm pour le sens descendant, il est donc indispensable d'utiliser sur le réseau ce type de coupleurs PLC qui offre une large plage de fonctionnement en longueur d'onde associée à un encombrement mécanique très réduit.

### Caractéristiques

Les caractéristiques standard des coupleurs PLC (sans connecteur) sont :

Rapport Couplage (1xN ou 2xN)	Perte Insertion Max. à 1310 et 1550 nm (dB)	Uniformité Max. (dB)	Réflectance Min. (dB)	Directivité Min. (dB)
1x2	4,0	0,6	-55	-55
1x4	7,4	0,6	-55	-55
1x8	10,7	0,8	-55	-55
1x16	13,7	1,2	-55	-55
1x32	16,9	1,7	-55	-55
1x64	21,0	2,5	-55	-55

Caractéristiques standards des coupleurs PLC

Les entrées et sorties des coupleurs peuvent être en fibre nue (250 µm) ou pré-connectorisées en fibre 900 µm par une connectique de type SC ou LC.

- Dimensions des boîtiers : celles-ci dépendent souvent des constructeurs, la compatibilité des produits avec les répartiteurs couramment utilisés doit être vérifiée.

Pour information, la perte d'insertion d'un point de connexion SC ou LC est de l'ordre de 0,3dB.

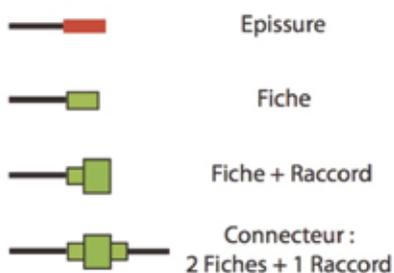
Pour information, quelques dimensions sont données ci-dessous de boîtiers coupleurs avec entrées et sorties opposées en fonction du type de gaine protégeant les entrées et sorties.

- Longueur d'onde opérationnelle : 1260 à 1650 nm
- Plage de température de stockage et d'utilisation : - 25°C à +70°C
- Plage d'humidité : 0% à 95%RH

Rapport Couplage	Dimensions Boîtiers en mm (LxPxH) Produits nus sans dispositif d'intégration pour répartiteurs		
	Entrée/sorties Fibre nue 250 µm	Entrée/sorties Fibre gainée 900 µm	Entrée/sorties Fibre gainée 2 mm
1x2	40x4x4	60x7x4	100x80x10
1x4	40x4x4	60x7x4	100x80x10
1x8	40x4x4	60x7x4	100x80x10
1x16	40x4x4	60x12x5	100x80x10
1x32	50x7x4	80x20x6	100x80x10
1x64	60x12x4	100x40x6	140x114x18

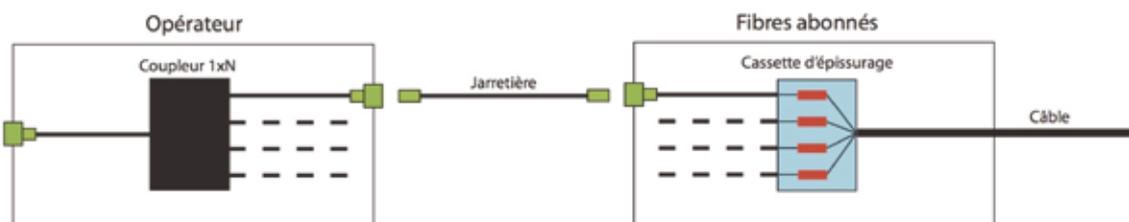
Indication de dimensions de coupleurs PLC

Des standards internationaux existent tels que la norme Telcordia GR-1221-CORE & GR-1209-CORE. Plusieurs méthodologies de raccordement des coupleurs peuvent être utilisées sur les réseaux. Les différentes solutions présentées ont pour seul objectif de réduire le bilan optique global de la liaison. Les solutions les plus souvent rencontrées, en mettant en avant leurs avantages et inconvénients, sont résumées ci-dessous au moyen des symboles suivants :



*Symboles pour la schématisation des solutions de câblage de coupleurs*

**Solution N°1 :** Coupleur avec entrée et sorties pré-connectorisées en fibre 900 µm et raccordées sur des bandeaux raccords.



*Coupleur avec entrée et sorties pré-connectorisées*

Avantages :

Nécessite l'utilisation de 2 jarretières optiques (entrée et sorties) en assurant une grande flexibilité ainsi qu'un remplissage au fil de l'eau du répartiteur. Protège dans le temps la connectique des coupleurs.

Inconvénients :

Deux points de coupure supplémentaires sur le réseau (deux connexions) entraînant une augmentation du bilan optique.

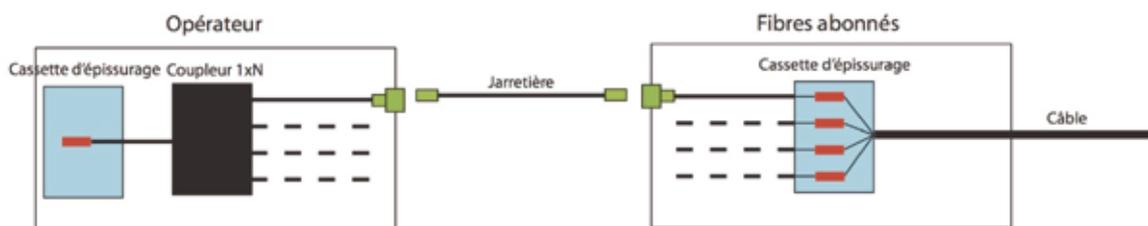


Coupleur 1x32 "nu" et coupleur 1x16 "nu" pré-connectorisé sans dispositif d'intégration pour réPRtiteur

**Mise en œuvre de cette solution :**

Les coupleurs avec entrée et sorties pré-connectorisées en fibre 900 µm et raccordées sur des bandeaux raccords sont utilisés au NRO et dans certains cas au PM.

**Solution N°2 :** Coupleur avec entrée soudée directement sur une fibre du câble et sorties pré-connectorisées en fibre 900 µm et raccordées sur des bandeaux raccords.



Coupleur avec entrée fibre nue soudée et sorties 900µm pré-connectorisées

**Avantages :**

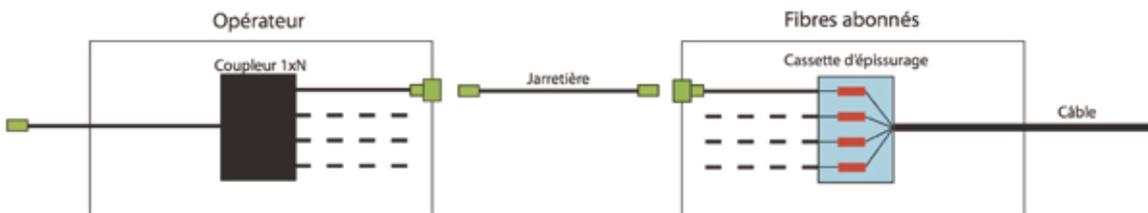
Nécessite l'utilisation de jarretières optiques (sorties) en assurant une grande flexibilité ainsi qu'un remplissage au fil de l'eau du répartiteur. Un seul point de coupure sur le réseau (une connexion) entraînant une faible altération du bilan optique.

**Inconvénients :**

Opération d'épissurage nécessaire sur l'entrée du coupleur.

**Mise en œuvre de cette solution :**

Les coupleurs avec entrée soudée directement sur une fibre du câble et sorties pré-connectorisées en fibre 900 µm et raccordées sur des bandeaux raccords sont utilisés dans certains NRO et dans certains SRO/PM (ex. Opérateur Commercial qui adducte un PM d'un Opérateur d'Immeuble avec son propre câble de Transport sans point de coupure dans le PM).



Coupleur avec entrée longue et sorties pré-connectorisées

**Solution N°3 :** Coupleur avec entrée longue en 1.6 ou 2 mm et sorties pré-connectorisées en fibre 900 µm et raccordées sur des bandeaux raccords

**Avantages :**

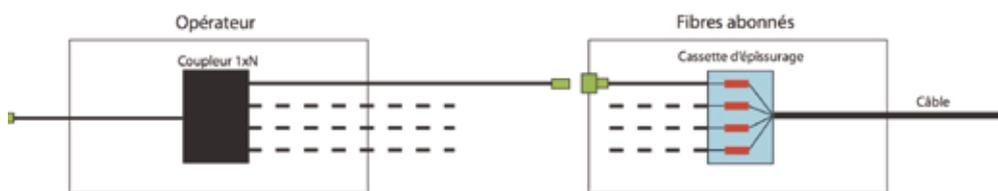
Nécessite l'utilisation de jarretières optiques (sorties) en assurant une grande flexibilité ainsi qu'un remplissage au fil de l'eau du répartiteur. Un seul point de coupure sur le réseau (une connexion) entraînant une faible altération du bilan optique.

**Inconvénients :**

Gestion de la surlongueur de l'entrée-longue en 1.6 ou 2mm.

**Mise en œuvre de cette solution :**

Les coupleurs avec entrée longue en 1.6 ou 2 mm et sorties pré-connectorisées en fibre 900 µm et raccordées sur des bandeaux raccords sont utilisés dans certains cas au NRO et dans la plupart des cas au PM (solution devenue standard au PM pour tous les opérateurs).



*Coupleur avec entrée et sorties longues pré-connectorisées*

**Solution N°4 :** Coupleur avec entrée et sorties longues (plusieurs mètres) pré-connectorisées sur jarretières de 1,6 ou 2 mm se raccordant directement sur les fibres opérateurs et clients.

**Avantages :**

Un seul point de coupure sur le réseau (une connexion) entraînant une faible altération du bilan optique.

**Inconvénients :**

Entrée et sorties coupleurs en attente à gérer dans un système permettant aisément de résorber les sur-longueurs pour ensuite les affecter au « fil de l'eau ». Longueurs des sorties coupleurs à définir dès l'origine du projet pour adapter le répartiteur. Risque d'endommagement de la connectique des entrées/sorties coupleurs en attente.

**Mise en œuvre de cette solution :**

Les coupleurs avec entrée et sorties longues (plusieurs mètres) pré-connectorisées sur jarretières de 1,6 ou 2mm se raccordant directement sur les fibres opérateurs et clients sont utilisés dans certains NRO.



*Coupleur 1x32 en boîtier avec gaine 2 mm sans dispositif d'intégration*

## Intégration

L'intégration des coupleurs par les constructeurs dans leurs solutions de brassage optique permet d'assurer une installation au « fil de l'eau » tout en garantissant le maintien des spécifications techniques initiales du composant.

Les différentes configurations de coupleurs décrites précédemment peuvent donc être directement intégrées en usine dans différents types de contenants dont quelques exemples sont présentés ci-dessous :

- Dans un tiroir au standard 19" avec connecteurs sur bandeaux raccords en face avant.



Tiroirs 19 pouces hauteur 1.5U (1 coupleur 1x64) et 3U (2 coupleurs 1x64)

- Dans un module de répartiteur optique en ferme (non au standard 19") sur bandeaux raccords en face avant.



Modules coupleurs 2x2 (sortie sur raccords, et 1 des 2 entrées sur raccords)

### 1.3.5.2 - LES COMPOSANTS WDM

Des multiplexeurs optiques WDM (Wavelength Division Multiplexer) peuvent également être utilisés pour assurer la surveillance du réseau en terme de bilan optique ou pour transmettre un signal sur une longueur d'onde spécifique (1550 nm, 1625 nm, 1650 nm) mais aussi pour permettre l'injection de plusieurs technologies PON (G-PON, XG-PON, NG-PON2, ).

Ces composants se présentent sous la même forme qu'un coupleur optique mais en assurant la fonction de filtre de longueurs d'ondes permettant d'isoler une longueur d'onde spécifique par rapport aux longueurs d'onde..

Dans le cas où ce type de composants est utilisé, il se trouve installé au niveau du NRO.

### 1.3.6 - LES NŒUDS D'EXPLOITATION DU RESEAU

Les nœuds d'exploitation de réseaux sont les installations qui permettent d'intégrer les équipements passifs et actifs de transmission, de gérer toutes les terminaisons optiques et de faciliter l'interconnexion entre les fibres optiques et les équipements des opérateurs.

Leurs dimensions physiques sont déterminées par l'étendue et la capacité de la zone FTTH à couvrir en nombre de clients et évolutions futures à prendre en compte.

Ces nœuds de réseaux peuvent être installés dans des bâtiments existants ou constituer de nouvelles installations à déployer (armoires de rue ou Shelters) dans les villes et les campagnes.

Pour les zones moins denses, il est conseillé d'installer ces équipements dans des locaux ou contenants sécurisés. Le degré de sécurisation dépend de la présence ou non d'équipements actifs pour lesquels une protection contre l'incendie est préconisée.

Pour situer précisément les positions des nœuds d'exploitation NRO et SRO/PM, dont les fonctions sont définies dans le chapitre 3.

Dans le cadre des raccordements en zone moins dense, chaque client sera a minima raccordé par une fibre optique dédiée entre le SRO/PM et la PTO ou DTIO (réseau dit de type point à point).

L'accès à la mutualisation des différents opérateurs commerciaux s'effectuera au niveau des SRO via la fonction PM.

Les fonctionnalités de ces deux nœuds NRO et SRO/PM du réseau FttH et les produits de raccordement et de brassage permettant d'y répondre peuvent être similaires, dans certains cas, selon le nombre de fibres optiques à gérer.

Des points de collecte (PRDM : Point de Raccordement Distant Mutualisé) proposés par l'opérateur d'immeuble aux opérateurs commerciaux peuvent être également mis à disposition, afin de pouvoir accéder (par mutualisation des câbles) en amont des points de mutualisation de moins de 1000 lignes raccordables. Au vu des déploiements réalisés par les opérateurs d'immeuble, la fonction PRDM est dans la plupart des cas intégrée au NRO.

### 1.3.6.1 - LE NŒUD DE RACCORDEMENT OPTIQUE (NRO)

#### 1.3.6.1.1 - LES APPLICATIONS

Le NRO situé en tête du réseau de distribution sera dimensionné pour desservir plusieurs milliers de lignes raccordables. Il peut être installé dans un Shelter (cf paragraphe 4.2.7), dans un local existant ou au sein d'un répartiteur téléphonique NRA.

Ce nœud de raccordement optique est l'interface entre le réseau passif et les équipements actifs de l'opérateur d'immeuble et des opérateurs commerciaux.

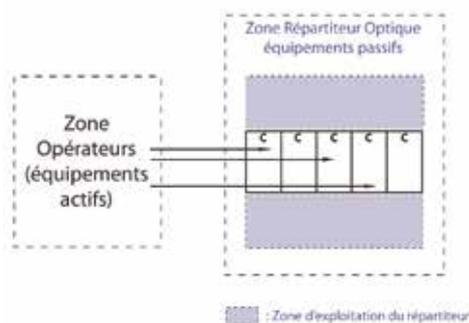
Le répartiteur optique intégré au NRO est un point de flexibilité au sein même du réseau passif. Il permet notamment :

- D'insérer des coupleurs optiques ;
- De modifier la topologie du réseau ;
- D'affecter des ressources en fonction de la demande ;
- D'effectuer des tests.

#### 1.3.6.1.2 - LA CONFIGURATION DU NRO

Dans le NRO, deux types d'ingénierie de raccordement entre les opérateurs et le réseau de distribution sont déployés actuellement :

→ **Raccordement direct** vers têtes de câbles Transport (NRO -> SRO).

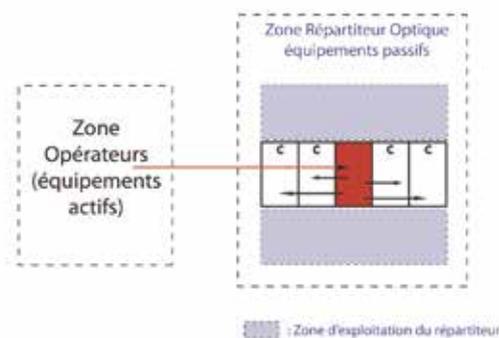


Ingénierie type raccordement direct

Les liaisons entre les équipements opérateurs se font par jarretières directement sur les fibres de transport. Il n'existe pas dans le répartiteur de notion de brassage entre les points équipements et n'importe quel point du réseau.

**Avantage / Inconvénient :** Nombre de têtes optiques plus faible dans le répartiteur (local plus petit) mais brassage délicat et difficilement modifiable au fil du temps (solution déconseillée car peu flexible ; à utiliser éventuellement dans une configuration de mini- NRO)

→ **Raccordement indirect** par passage par des têtes de câble équipements « miroirs » intermédiaires intégrées avec les têtes de câbles réseau.



Ingénierie type raccordement indirect

**Nota :** Les dimensions de la zone en rouge peuvent varier en fonction du nombre d'opérateurs commerciaux.

La distribution optique entre les câbles réseau et les équipements autorise l'affectation des ports des équipements vers n'importe quelle fibre du réseau.

**Avantage / Inconvénient :** Brassage entre tous les points possible et modifiable facilement mais nécessitant une surface au sol plus importante pour intégrer le répartiteur.

C'est la solution qui est aujourd'hui la plus utilisée et celle que nous recommandons afin d'assurer une pérennité d'exploitation du réseau dans le temps.

### 1.3.6.1.3 - CRITÈRES DE CHOIX

Dans le cas de l'installation d'un NRO en dehors des NRA historiques, le dimensionnement d'un local NRO doit tenir compte, d'une part, de la capacité finale de fibres optiques devant être raccordées et d'autre part de l'influence des critères suivants :

- Nombre et capacités des câbles fibres à raccorder ;
- Majoration due à la modularité des câbles utilisés sur le réseau entraînant un nombre de fibres en surnuméraire;
- Méthodologie du raccordement des équipements actifs des opérateurs commerciaux sur le répartiteur optique ;
- Type et surface du local afin de laisser une libre circulation et une accessibilité aisée au niveau du répartiteur lors des phases d'exploitation ;
- Evolutivité du répartiteur dans le temps (définie lors de sa construction) afin de pouvoir le gérer pendant la durée de vie (de l'ordre de 20 à 30 ans) :
  - L'implantation de coupleurs au fil de l'eau en fonction de l'arrivée des opérateurs commerciaux,
  - L'arrivée de nouveaux câbles fibre optique résultant du développement du réseau initial,
  - La mise en place de nouvelles têtes de câbles.

Le répartiteur doit être évolutif sans compromettre sa gestion et son exploitation et offrir la possibilité de faire cohabiter sur un même répartiteur des générations différentes de têtes de câbles

- Dissipation thermique des équipements actifs devant y être installés par mise en place d'un dispositif de climatisation ou ventilation adapté garantissant une nuisance sonore respectant la réglementation en vigueur.
- Génie civil permettant une pénétration facile des câbles et une gestion de sur-longueurs de réserves dans une chambre d'accès (appelée communément « chambre zero ») ou dans le répartiteur.

#### Raccordement Optique

Concernant la gestion du brassage optique, deux familles de produits assurant le brassage des fibres répondent aujourd'hui à ce type de besoin :

- Répartiteurs sur fermes
- Répartiteurs en baies

Ces deux types de répartiteurs sont tous deux modulaires et permettent de répondre à des capacités variables et évolutives au cours du temps. Ils intègrent des têtes de câbles, de capacités variables et peuvent également, recevoir des têtes avec coupleurs optiques.

De manière générale, les hauteurs sont d'environ 2,00 m afin de garantir une exploitation aisée et sécurisée au niveau du brassage optique.



Répartiteurs sur fermes

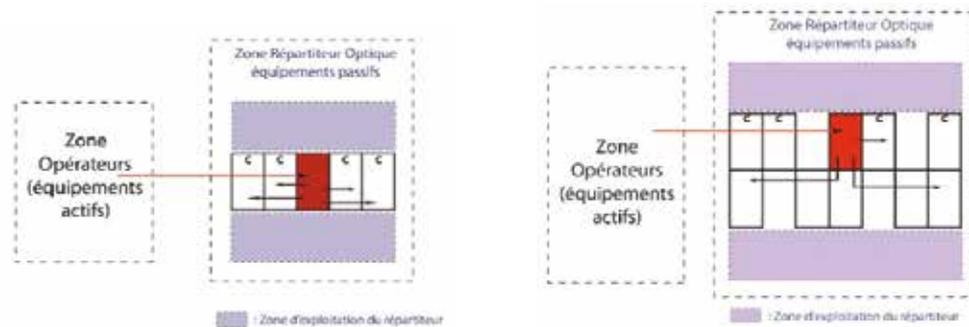


Répartiteur en baie

A titre d'exemple, ci-dessous l'implantation de différentes configurations dans une salle de répartition en utilisant des systèmes sur fermes ou en baies **en raccordement indirect uniquement.**

## Répartiteurs sur fermes (Utilisation en simple ou double face)

→ Raccordement indirect (Miroir)



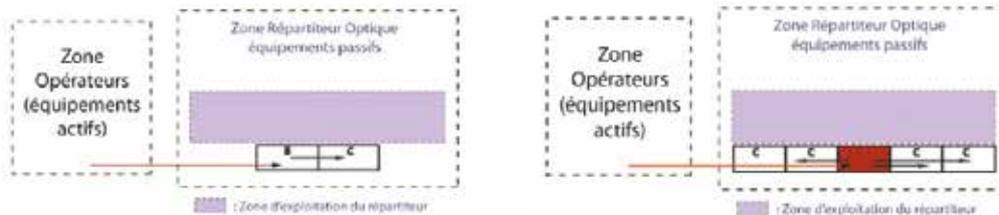
**SIMPLE FACE**  
 C = 1000 points optiques de transport  
 C dimensions au sol= L400 xP700 mm  
 Exemple = **4000 points optiques de transport**  
 Surface occupée avec zone exploitation = **3.8m<sup>2</sup>**

**DOUBLE FACE**  
 C = 1000 points optiques de transport  
 C dimensions au sol= L400 xP700 mm  
 Exemple = **8000 points optiques de transport**  
 Surface occupée avec zone exploitation = **7.3m<sup>2</sup>**

Répartiteurs sur ferme en raccordement indirect

## Répartiteurs en baies (Utilisation de répartiteur simple ou de baies communicantes)

→ Raccordement indirect (Miroir)



**REPARTITEUR SIMPLE**  
 C = 800 points optiques de transport  
 B = 800 points optiques de renvoi OLT  
 BC dimensions au sol= L1600 xP350 mm  
 Exemple = **800 points optiques de transport**  
 Surface utile = **1,5m<sup>2</sup>**

**BAIES COMMUNICANTES**  
 C = 800 points optiques de transport  
 C dimensions au sol= L800 xP300 mm  
 Exemple = **3200 points optiques de transport**  
 Surface utile = **2,7m<sup>2</sup>**

Baies en raccordement indirect

Nota : Les dimensions de la zone en rouge peuvent varier en fonction du nombre d'opérateurs commerciaux

Le choix entre un répartiteur sur fermes ou un répartiteur en baie doit être considéré en fonction de l'espace disponible dans le local. Il n'est pas opportun par exemple d'installer un répartiteur sur ferme si la zone d'exploitation avant/arrière n'est pas assurée.

Le répartiteur en baie est privilégié dans un NRO en Shelter du fait de la largeur limitée de ce type d'ouvrage. Le choix entre le répartiteur simple ou les baies communicantes est à définir en fonction de la taille de la zone arrière de ce dernier (<5000 lignes raccordables : répartiteur simple ; >5000 lignes raccordables baies communicantes).

**L'exploitation à 100% de la capacité est le point le plus déterminant** dans la mise en place d'un répartiteur haute densité tel qu'un NRO et concerne le choix du système de gestion de sur-longueurs de jarretières optiques.

La pose et la dépose des jarretières sont courantes en phase d'exploitation. Elles doivent constituer des opérations simples sans risque de perturbation pour les circuits actifs. A ce stade du choix, il faudra privilégier des répartiteurs aérés et fonctionnels avec les circuits bien visibles. Attention à la trop haute densité qui se révèle souvent difficile à exploiter.



*Câblage d'un répartiteur en ferme ou en baie à 100% de jarretières*

### 1.3.6.2 - LES SOUS RÉPARTITEURS OPTIQUES / POINT DE MUTUALISATION (SRO/PM)

Le sous-répartiteur optique est le point de départ du réseau de distribution qui va jusqu'à l'abonné. C'est à ce niveau que peut s'accomplir la fonction de brassage entre les différents opérateurs présents sur la zone et les clients (Point de Mutualisation).

En dehors des zones très denses, le sous-répartiteur optique pourra abriter un opérateur

P2P (notamment pour les besoins FttE) et des opérateurs PON. Les armoires sont en général de type simple paroi. Elles pourraient être en double paroi pour accepter les équipements actifs des opérateurs commerciaux (OC) qui en font la demande auprès de l'opérateur d'immeuble (OI). Dans ce cas, chaque sous-répartiteur optique nécessitera une étude particulière en fonction de son environnement climatique, des équipements installés, de leur plage de fonctionnement et de leur puissance de réjection thermique. En fonction des contraintes d'alimentation électrique, il sera nécessaire de prévoir un atelier d'énergie.

Le sous-répartiteur optique est donc un point de flexibilité au sein du réseau. Il permet notamment :

- De modifier la topologie du réseau ;
- D'affecter des ressources en fonction de la demande ;
- D'insérer des étages de coupleurs ;
- D'insérer des équipements actifs le cas échéant ;
- D'effectuer des tests.

### 1.3.6.2.1 - LES SRO/PM EN ARMOIRES DE RUE

#### 1.3.6.2.1.1 - L'APPLICATION

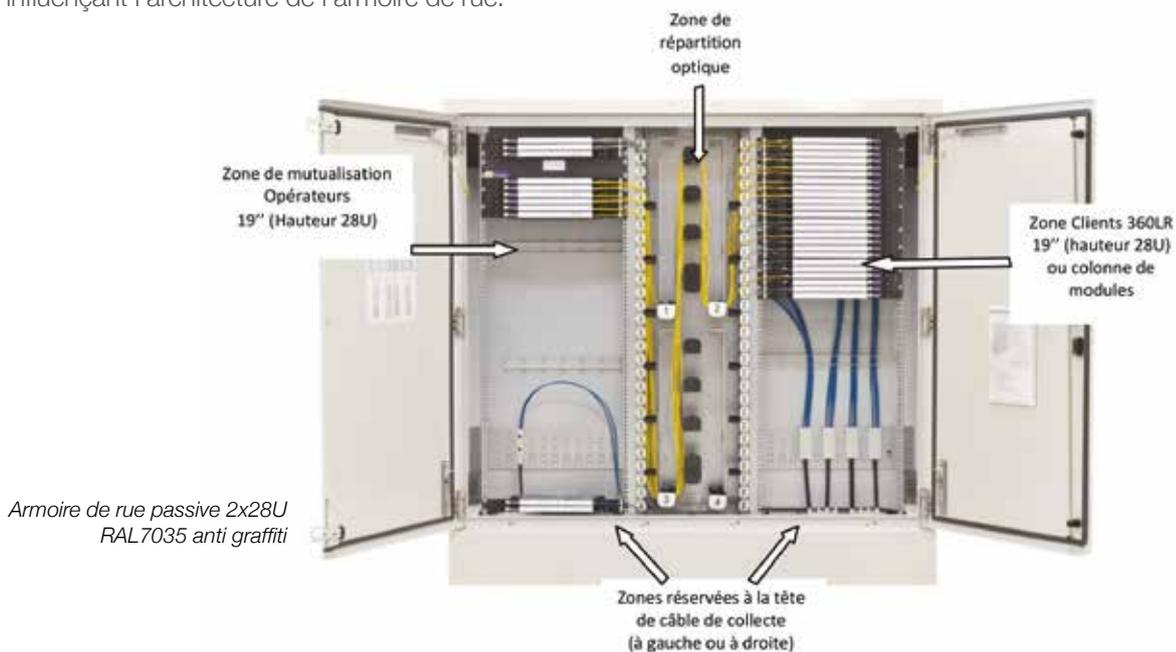
D'après les recommandations de l'autorité de régulation et les directions données par les opérateurs, une armoire de rue sera dimensionnée pour permettre le raccordement d'au moins 300 logements (LR : lignes raccordables) en distribution mono-fibre. La partie gauche de l'armoire sera au format 19" pour recevoir les équipements des opérateurs commerciaux (coupleurs). La partie droite sera également au format 19" et réservée au raccordement des fibres clients avec en partie inférieure une fonction tête de câbles de transport.

La partie centrale sera quant à elle dédiée au cheminement et à la gestion des surlongueurs des jarretières de brassage.

L'armoire de rue sera un point de mutualisation opérateurs permettant la mise en place d'équipements passifs (coupleurs pour réseau PON) et actifs, si nécessaire.

### 1.3.6.2.1.2 - LA CONFIGURATION DE L'ARMOIRE DE RUE

La capacité d'une armoire de rue doit tenir compte du nombre de fibres en surnuméraire dû à la modularité des câbles utilisés et aux réserves permettant de répondre aux évolutions futures. On distingue essentiellement deux types de fonctions influençant l'architecture de l'armoire de rue.



#### Armoire de rue passive (simple paroi)

Ce type d'armoire passive ne peut pas recevoir d'équipements actifs car sa structure constituée de parois simples ne permettrait pas d'assurer une isolation thermique suffisante quelles que soient les conditions climatiques.

Pour autant c'est ce type d'armoires qui est déployé majoritairement sur le territoire français du fait de l'utilisation de la technologie PON par les opérateurs nationaux. Elle est donc dédiée à recevoir des équipements passifs tels que des coupleurs optiques qui sont utilisés par les opérateurs commerciaux.

#### Armoire de rue passive 2x28U outdoor (576 cordons max)

Il s'agit d'une armoire de rue simple peau dite « passive ». Les dimensions sont les suivantes :

- H : 1 600 mm (avec socle 200mm) environ
- P : 350 mm maximum
- L : 1 600 mm maximum

Les caractéristiques mécaniques de l'armoire, matériaux des différents éléments la constituant, peinture..., devront permettre de lui assurer la meilleure longévité possible.

L'armoire respectera les spécifications suivantes :

- Indice de protection à respecter : IP 54, IK10,
- Température utilisation : -30/70°C,
- Peinture anti-graffiti (ex RAL 7035 (gris clair) ; RAL1015 (ivoire claire) ; RAL 6009 (vert sapin) avec en option la possibilité de mettre en place des dispositifs anti affichages (type pointes de diamants par exemple).

Support : Le socle préfabriqué en CCV (ciment composite verre) est souhaité plutôt que les gabarits de pose en acier pour assurer une parfaite planéité de la dalle et se prémunir ainsi des problématiques d'exploitation ultérieures (déformation des ouvertures, et casse des tringleries).



Socle CCV pour armoire de rue passive 2x28U outdoor

L'armoire se composera des éléments suivants :

- D'une enveloppe en aluminium et d'une structure en acier traité anti-corrosion
- D'une colonne gauche équipée de deux montants 19" avant et d'un montant 19" arrière (donc trois points d'encrages), de 28U utiles, dédiée à l'installation des tiroirs splitter/coupleur des opérateurs commerciaux,
- D'une colonne droite équipée de deux montants 19" avant et d'un montant 19" arrière (donc trois points d'ancrages), de 28U utiles, dédiée à l'intégration des tiroirs optiques pour le réseau de distribution, et le réseau de transport,
- D'une zone au centre de l'armoire qui doit permettre le brassage des flux de jarretières optiques entre les zones abonnés et opérateurs. Cette zone est équipée de résorbeurs utilisés pour gérer la sur longueur des jarretières (longueur de cordon unique 3,5 m, diamètre 1,6 mm),
- De parois verticales entourant le résorbeur et empêchant le brassage non autorisé,
- D'un toit, de panneaux latéraux et arrière et deux portes : 2 portes (maitre-esclave), permettant une ouverture sur toute la largeur de l'armoire. La porte de droite sera munie d'une poignée escamotable. Les portes sont munies d'arrêteurs assurant un maintien en ouverture à 120° des deux portes,
- D'un système de fermeture trois points. La serrure sera équipée d'un canon européen standard,

- D'un socle d'une hauteur d'à minima 200 mm avec trappes d'accès, pour gérer les arrivées de câbles au sein de l'armoire,

Tous les éléments constituant l'armoire (portes, flancs latéraux, toit, socle, panneaux arrières...) seront entièrement démontables pour en permettre le remplacement en cas de dégradation, et ce sans qu'il soit nécessaire de déconnecter les cordons d'abonnés entre les tiroirs de droite et les coupleurs de gauche. La pérennité recherchée pour ce type de produit est supérieure à 30 ans.

#### Armoire de rue passive 2x40U outdoor (800 cordons max)

Il s'agit d'une armoire de rue simple peau dite « passive ». Les dimensions sont les suivantes :

- H : 2 160 mm (avec socle 200mm) environ
- P : 500 mm maximum
- L : 1 600 mm maximum

Ce type d'armoire reprend les mêmes caractéristiques mécaniques que l'armoire de rue passive 2x28U outdoor (576 cordons). La différence principale réside dans le fait que les deux zones 19" sont de hauteur 40U et non 28U et que le résorbeur central peut accueillir 800 cordons de longueur unique 4,00 m et non 576 cordons de 3,50 m.



Armoire de rue passive 2x40U RAL7035 anti graffiti

### Armoire de rue active (double paroi)

Cette armoire peut recevoir des équipements actifs. Sa structure est constituée d'une double paroi permettant d'assurer une isolation thermique suffisante quelles que soient les conditions climatiques. Elle permet de recevoir des équipements actifs et passifs tels que des équipements de transmission et des coupleurs optiques qui sont utilisés par les opérateurs commerciaux utilisant la technologie P2P (Point à Point) ou PON (Point/Multipoint). Elle peut recevoir, si nécessaire, un extracteur d'air mécanique ainsi qu'un filtre.



Armoire de rue active 2x28U RAL1015 anti graffiti

Pour les deux configurations d'armoire, les raccordements des points opérateurs avec l'ensemble des abonnés se feront par des cordons abonnés de diamètre 1,6 mm de longueur unique dont les sur-longueurs seront gérées par un système de brassage adapté et facilement utilisable par l'ensemble des intervenants.

Un visuel indiquant le cheminement des jarretières en fonction des positions des deux extrémités à raccorder devra être fourni avec l'armoire de rue (abaques).

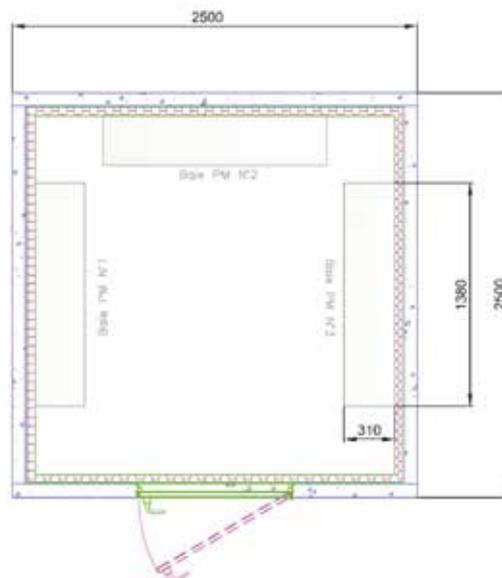
Ces deux types d'armoires permettent de répondre à l'ensemble des besoins pour réaliser des SRO/PM.

### 1.3.6.2.2 - LES SRO/PM INDOOR

D'après les recommandations de l'autorité de régulation et les directions données par les opérateurs, le point de mutualisation installé dans un local technique ou un Shelter (voir chapitre 4.2.7) sera dimensionné pour permettre le raccordement d'au moins 1000 lignes raccordables (LR: lignes raccordables) en distribution mono-fibre.

Ce local hébergera un ou plusieurs répartiteurs indoor ayant chacun la fonctionnalité SRO/PM. La partie gauche du répartiteur sera au format 19" pour recevoir les équipements des opérateurs commerciaux (coupleurs). La partie droite sera également au format 19" et réservée au raccordement des fibres clients avec en partie inférieure une fonction tête de câbles de transport. La partie centrale sera quant à elle dédiée au cheminement et à la gestion des surlongueurs des jarretières de brassage.

Chaque répartiteur SRO/PM sera un point de mutualisation opérateurs permettant la mise en place d'équipements passifs (coupleurs pour réseau PON).



Exemple d'implantation de répartiteurs SRO/PM en local

#### 1.3.6.2.2.1 - LA CONFIGURATION DU SRO/PM INDOOR

La capacité des répartiteurs optiques installés dans le Shelter ou dans le local doit tenir compte du nombre de lignes raccordables en aval des SRO/PM et du nombre de fibres en surnuméraire dû à la modularité des câbles utilisés et aux réserves permettant de répondre aux évolutions futures.

Les dimensions du Shelter ou du local seront adaptées à l'intégration des répartiteurs optiques et éventuellement des équipements actifs des opérateurs commerciaux.

Les répartiteurs optiques utilisés en tant que SRO/PM indoor doivent être de type symétrique double zone 19". Les dimensions sont les suivantes :

- H : 2 000 mm (avec socle 100mm) environ
- P : 350 mm maximum
- L : 1 600 mm maximum

Les caractéristiques mécaniques de l'armoire, matériaux des différents éléments la constituant, peinture..., devront permettre de lui assurer la meilleure longévité possible.

Le répartiteur optique indoor se composera des éléments suivants :

- D'une structure en acier
- D'accès câbles par le bas ou par le haut en fonction du local
- D'une colonne gauche équipée de deux montants 19" avant et d'un montant 19" arrière (donc trois points d'encrages), de 40U utiles, dédiée à l'installation des tiroirs splitter/coupleur des opérateurs commerciaux,
- D'une colonne droite équipée de deux montants 19" avant et d'un montant 19" arrière (donc trois points d'encrages), de 40U utiles, dédiée à l'intégration des tiroirs optiques pour le réseau de distribution, et le réseau de transport
- D'une zone au centre de l'armoire qui doit permettre le brassage des flux de jarretières optiques entre les zones abonnés et opérateurs (800 cordons max). Cette zone est équipée de résorbeurs utilisés pour gérer la sur longueur des jarretières (longueur de cordon unique 4 m),
- De parois verticales entourant le résorbeur et empêchant le brassage non autorisé

- En option la possibilité d'installer un toit, des panneaux latéraux et arrière, des portes (maitre-esclave), permettant une ouverture sur toute la largeur de l'armoire.
- D'un socle d'une hauteur d'à minima 100 mm avec trappes d'accès, pour gérer les arrivées de câbles au sein de l'armoire, dans le cas de l'arrivée des câbles par le plancher.



Exemple d'un répartiteurs SRO/PM

#### 1.3.7 - LES BOÎTIERS DE RACCORDEMENT DE CABLES

Sur les réseaux FTTH, les boîtiers de protection d'épissures sont utilisés pour différentes configurations telles que joint droit entre câbles identiques, éclatement de câbles, distribution et piquage sur des câbles de tailles plus petites. Ces boîtiers peuvent être utilisés sur les réseaux de collecte et tous les types de réseaux de distribution (souterrain, aérien, façade et intérieur).

Les normes régissant les boîtiers de raccordement FTTH sont établies par le Sous-Comité 86B de l'IEC, le comité 86BXA du CENELEC pour les normes EN et la commission UF 86 Fibronique de l'AFNOR pour les normes NF.

Il est important d'utiliser comme référentiels les normes suivantes et de comprendre la nature des tests normalisés associés (IEC/EN 61300-X-Y). Un prérequis est de s'assurer que le constructeur de boîtier ait la capacité de fabriquer ses produits dans le bon respect des normes. Il est important de s'assurer du bon passage des tests associés avec à la clé la demande de rapport de tests détaillés.

Rappelons que le bon respect des normes permet à un fabricant de boîtier de protection d'épissures de garantir une qualité fonctionnelle du produit, sous réserve d'une installation et d'une mise en œuvre conforme à la notice de mise en service.

Les normes en vigueur sont :

- IEC61753-1 Ed 1 « Fiber Optic Interconnecting devices and passive components »: norme "chapeau", générique de référence de 2007
- EN50411-2-10 : Fiber organizers and closures to be used in optical fiber communication systems: Sealed fibre closures type 2 Cat G for FTTH optical distribution networks: norme pour boîtier étanche en environnement G pour application FTTH (2014)

Les normes en prévision sont :

- IEC61753-1 Cd2 : norme en cours de relecture / refonte de l'IEC 61753-1 de 2007
- XPC 93-923-2-1 : Norme NF expérimentale : boîtier pour Point de branchement optique en environnement A
- XPC 93-923-2-2 : Norme NF expérimentale : boîtier pour Point de branchement optique en environnement G

**Les critères de choix sont :**

**- L'environnement :**

La classe environnementale dans laquelle les boîtiers de protection d'épissures sont définis par IEC 61753-1 (2007) Ed1. Cependant il est important de prendre en considération plutôt les dernières classifications de l'IEC 61753-1 Cd2 car elles sont déjà utilisées dans des normes publiées comme EN 50411-2-10 ainsi que dans les normes XPC 93-923-2-1 et XPC 93-923-2-2.

C : Environnement contrôlé (typiquement indoor)

OP : Environnement contrôlé extérieur (typiquement dans une armoire de rue).

A : environnement aérien ((sup .ou égal à 0 m) hors zone inondable

G : « Ground » , environnement couvrant de -1 m à +3 m : en cas de déploiement aérien en zone inondable, il convient d'utiliser le critère environnemental G au lieu de A

S : Souterrain 0 à -5M

Les classes environnementales influent sur des caractéristiques mécaniques des boîtiers de raccordement telles que par exemple :

- IP XY : l'IP désigne le degré de protection de l'enveloppe des matériels selon la norme NF EN 60529

Le premier chiffre désigne la protection contre les corps solides, le second la protection contre la pénétration d'eau.

- IK X : résistance au choc défini par IEC 621300-26-12 (exprimé en joule et traduit de 1 à 10 en indice, IK10 = 20 joules par exemple)
- Immersion (pour les catégories G et S) avec surpression positive exprimé en kPa durant le test, la surpression dépendant de la classe environnementale et de la fonction du boîtier.

Exemples :

- Boîtes de raccordement étanches IP 68 pour chambres et égouts (tout en tenant également compte de la convention de partage des fourreaux) ;
- Boîtes d'extérieur IP44 pour bornes et IP55 pour poteaux et façades ;
- Boîtes d'intérieur IP40 pour colonne montante, cages d'escalier, intérieur chez l'abonné.
  - **La capacité** : nombre d'épissures et types d'épissures au point de raccordement ;
  - **Les câbles** : nombre de câbles arrivant au nœud de raccordement avec leurs caractéristiques (capacité, type de structure, diamètre). Possibilité ou non de traiter des fibres ou des tubes non coupés en passage dans les points de piquage.
  - **La fonction du boîtier** : BPE (boîtier de protection d'épissures), PBO (Point de branchement optique)

### 1.3.7.1 - LES BOÎTIERS DE RACCORDEMENT SOUTERRAINS DE COLLECTE / TRANSPORT HORS DES ZONES TRÈS DENSES

Pour la partie collecte/transport en dehors des zones très denses, les boîtiers de jonction et de piquage des câbles offrent la possibilité aux opérateurs d'accéder à la zone arrière de ce point, constituée de plusieurs points de mutualisation (PM).

Ces boîtiers seront de capacités diverses selon le type de topologie : par exemple dans le cas d'un réseau point à point avec mutualisation au NRO, ces boîtiers seront de grande capacité (de l'ordre de 576 à 720 fibres).



Boîtier de jonction et piquage

En sortie de ces boîtiers des câbles d'une capacité de 144 ou 288 fibres seront utilisés. Le nombre de sorties dépendra de l'architecture de la zone.

La fonction de ce contenant dans le réseau peut être de permettre aux différents opérateurs de pouvoir se raccorder au réseau mutualisé en amont de plusieurs PM.

### 1.3.7.2 - LES BOÎTIERS DE RACCORDEMENT POUR LA DÉSSERTE HORS ZONES TRÈS DENSES

Pour la partie desserte extérieure (aval PM), en dehors des zones très denses, il faut distinguer 2 types de boîtiers :

- les boîtiers de Point de raccordement (PR) ;
- les boîtiers de branchement optique qui s'installeront en souterrain, en aérien et en façade (PBO).

Quatre fonctionnalités sont importantes pour le choix du produit :

**Capacité de fibres :** les boîtiers ont une capacité de 72 à 144 fibres par modules de 6 à 12 fibres, indépendants les uns des autres, pour les PR, et une capacité de 1 à 12 fibres pour les PBO.

**Entrées et sorties de câbles :** Quel que soit le choix, les boîtiers doivent avoir plusieurs départs de câbles (6 à 12) et selon le choix des opérateurs, permettre les ré interventions au fil de l'eau sans perturber l'existant. Le FTTH hors des ZTD sous-entend des raccordements au fil de l'eau des clients, l'augmentation des capacités de l'infrastructure et la création de nouvelles artères dans le temps. Ceci impose d'installer de nouveaux câbles au fil de l'eau sur des boîtiers en service. Il faut aussi veiller à ce que, lors de chaque opération d'insertion d'un nouveau câble de distribution, la retenue des câbles déjà en place ne soit pas perturbée. En dehors des zones très denses, vue l'incertitude dans le nombre de nouvelles artères à créer au fil du temps ou le nombre de raccordements à réaliser, il sera conseillé de choisir un contenant offrant un nombre de ports suffisants (au-delà de 6 par contenant).



Entrées et sorties de câbles

**Ouverture et Fermeture :** Privilégier des systèmes d'ouverture/fermeture de l'enveloppe sans réglage et si possible sans outil spécifique. Faire également attention à la qualité des joints et leur possibilité de remplacement.



*Exemples de système d'ouverture d'un boîtier*

**Adaptabilité aux infrastructures en dehors des zones très denses :** Dans cette partie du réseau, des contenants de taille modérée sont recommandés afin de permettre un maniement aisé dans des chambres de communications électroniques existantes (voir tableau ci-dessous) de petites tailles. Le PR sera avantageusement installé dans une chambre de type L2T ou L3T, alors que le PBO sera quant à lui installé dans des chambres type L1T.

Ainsi le système de fixation de ce contenant dans la chambre devra permettre une extraction aisée et fréquente du contenant lui-même tout en ayant une résistance mécanique suffisante.

#### 1.3.7.2.1 - LE POINT RACCORDEMENT (PR)

Dans la construction du réseau, l'opérateur va déployer des câbles généralement d'une capacité de 144 fibres de l'armoire de mutualisation (PM) vers plusieurs contenants « PR » montés en cascade afin de potentiellement couvrir une zone de clients qui deviennent ainsi « adressables ».

Du fait de ré-interventions au fil de l'eau sur le boîtier pour connecter tous les « PBO », celui-ci doit être muni d'un système d'ouverture / fermeture rapide tout en garantissant une étanchéité parfaite, mais aussi le raccordement facile des fibres laissées en passage à l'intérieur du boîtier.



*Exemples de point d'attente*

#### 1.3.7.2.2 - LE POINT DE BRANCHEMENT OPTIQUE EXTÉRIEUR (PBO)

Véritable point névralgique du réseau d'accès, ce boîtier doit pouvoir être utilisé au fil de l'eau pour les raccordements d'abonnés. On estime à plus de 4 000 000 le nombre de PBO qui seront déployés dans les prochaines années. C'est pourquoi l'AFNOR publie 2 normes expérimentales :

- XPC 93-923-2-1 : Norme NF expérimentale : boîtier pour Point de branchement optique en environnement A
- XPC 93-923-2-2 : Norme NF expérimentale : boîtier pour Point de branchement optique en environnement G

En zone moins dense, le point de branchement peut se trouver dans tous les types d'infrastructures (souterraine, façade, aérien...) le maximum étant fait pour utiliser les infrastructures existantes ou les cheminements déjà empruntés par les réseaux existants.

Typiquement en zone moins dense, ce PBO se situera :

- En chambre souterraine ;
- Sur poteau télécom ou électrique ;
- Sur la façade ;

Le PBO pourra être utilisé dans une configuration de Distribution (éclatement d'un câble vers plusieurs DTIO) ou dans une configuration de Piquage (Point de raccordement d'abonné à partir d'une boucle principale).

Suivant la distance aux abonnés, le boîtier dessert en général de 1 à 12 logements.



*Points de branchement optique façade, poteau et souterrain*

Le point de branchement pourra recevoir des épissures pour du raccordement fibre à fibre. Pour des besoins de facilité opérationnelle, de limite de responsabilité, voire de mesure on pourra remplacer l'épissure par un connecteur, toujours dans une logique de fibre à fibre (pas de brassage ou de ré-intervention hors maintenance).

Certains PBO souterrains comprennent toutes les étanchéités évitant un rajout d'accessoires post-installation.



*Point de branchement souterrain*

A noter une évolution liée aux 2 futures normes expérimentales précitées. : la possibilité d'utiliser tout type de connectique intérieure ou extérieure au PBO afin de faciliter le raccordement d'abonné avec un câble préconnectorisé ou grâce à un connecteur montage terrain. Pour la connectique extérieure, on utilise souvent le terme de connecteur renforcé (ou encore durci).

### **Recommandation :**

Pour les raccordements en façade, les solutions discrètes, facile à mettre en œuvre et limitant les demandes de convention doivent être privilégiées.

Les solutions basées sur l'accessibilité permanente sont particulièrement adaptées aux environnements de maisons mono-familiales accolées. Dans ce cas, un PB de petite taille est posé sur le câble, entre 2 maisons accolées, sans être fixé au mur. Le raccordement des abonnés est ensuite réalisé soit par soudure, soit avec des câbles de branchement préconnectorisés.



*Points de branchement optique façade*

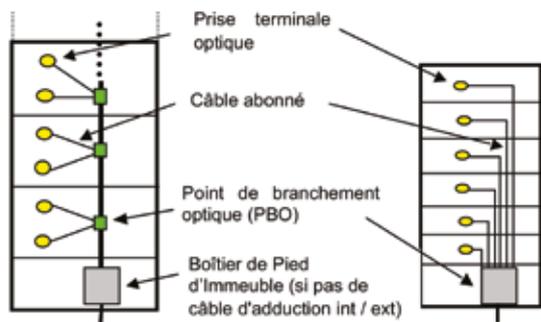
Cette solution peut aussi être utilisée pour distribuer jusqu'à 12 fibres vers un petit immeuble à partir d'un seul câble à accessibilité permanente. On limite ainsi la superposition de câbles de distribution le long des façades d'une même rue.

### **1.3.7.3 - LES BOÎTIERS D'IMMEUBLES**

L'utilisation d'un câble d'immeuble intérieur / extérieur permet d'éviter un boîtier de transition en pied d'immeuble. Les points de branchement (PBO) d'étage sont alors directement installés sur ce câble. Si le câble d'adduction d'immeuble n'est pas LSOH, un boîtier de transition (BPI) sera installé en pied d'immeuble. Ces câbles d'adduction d'immeubles pourront être préconnectorisés côté PM pour accélérer leur installation.

On rencontre deux types d'immeubles :

- Les petits, pour lesquels le câblage sera réalisé en étoile directement à partir d'un BPI qui porte la fonctionnalité PBO dans ce cas (schéma de droite)
- Les autres, nécessitant l'installation de plusieurs points de branchements sur un câble à accessibilité permanente (schéma de gauche).



Schématisme du câblage d'un petit et d'un grand immeuble (gauche)

Les différents boîtiers d'intérieur à utiliser auront des caractéristiques dépendant de leur environnement (intérieur « avec ou sans présence d'humidité ou de poussières », intérieur avec risques de vandalisme, intérieur avec limite de responsabilité ou non).

XP C 93-923-1 Boîtier pour point de branchement optique – partie 1 : Usage intérieur. Cette norme NF expérimentale publiée liste les spécifications fonctionnelles et les exigences de test auxquelles un PBO usage intérieur (environnement C suivant IEC 61753-1 ed. 2) doit répondre.

### 1.3.7.3.1 - LES BOÎTIERS DE PIED D'IMMEUBLE (BPI)

Dans le cas d'un immeuble, le câble d'adduction sortant du contenant « PR » viendra alimenter un boîtier de pied d'immeuble « BPI » ou directement un boîtier d'étage PBO.

Le boîtier de pied d'immeuble sera de type boîte de jonction (cf §. 4.3.7.2) qui assure la transition entre les câbles d'extérieur et les câbles d'intérieur, fixé sur un mur de sous-sol par exemple (en pied de colonne montante).

Deux utilisations sont possibles (cf. schéma ci-dessus au § précédent) :

- départ direct des câbles 1 ou 2 fibres vers tous les abonnés ;
- départ d'un câble riser contenant toutes les fibres de tous les abonnés.

### 1.3.7.3.2 - LES POINTS DE BRANCHEMENT (PBO) - BOÎTIERS D'ÉTAGE / BOITE DE PALIER

Le boîtier de palier est installé dans la colonne montante ou directement en apparent. Il dessert un ou deux paliers et permet de raccorder jusqu'à 12 abonnés en mono ou bi-fibre.



Exemple d'un PBO pour le câblage d'un immeuble ancien



Exemples de boîtiers d'étage

#### Recommandations :

- Dans les colonnes techniques, une attention particulière sera portée à l'accessibilité du boîtier.
- Les boîtiers d'étage devront accepter des épissures

### 1.3.7.3.3 - LE BOÎTIER DE TRANSITION INTÉRIEUR/EXTÉRIEUR (BTI)

La fonction du BTI est de créer une interface entre le câble d'extérieur et le câble d'intérieur. Il doit permettre l'accueil de protections d'épissures et ne dispose pas de connectique optique. Il peut être fixé sur le en façade du logement ou sur la face intérieure du mur du logement (sous-sol par exemple).



Exemple de boîtier de Transition Intérieur/Extérieur

#### 1.3.7.3.4 - LE DISPOSITIF DE TERMINAISON INTÉRIEUR OPTIQUE (DTIO) ET LA PRISE TERMINALE OPTIQUE (PTO)

Le branchement du câble chez l'abonné se réalise soit par épissurage sur un « pigtail » dans le DTIO ou la PTO, soit par un montage de connecteur terrain ou par l'utilisation d'une extrémité pré-connectorisée (exemple kit DTIO intégrant déjà le raccordement sur une certaine longueur de câble de branchement).

Au niveau du DTIO et de la PTO, les recommandations seront :

- La protection contre tout risque d'émission laser via des dispositifs adaptés sur l'interface de brassage (raccords avec volet d'obturation) ;
- La sécurité au niveau de la rétention du câble de branchement;
- La fiabilité de l'accroche de la prise sur le mur ou sur le rail DIN ;

Comme présenté précédemment, le DTIO et la PTO pourront être reliés soit :

- Au PBO extérieur qu'il soit en façade, sur poteau ou souterrain ;
- Au boîtier de pied d'immeuble (BPI) ;
- Au boîtier de palier (PBO)

Le DTIO et la PTO contiennent une « prise optique », c'est-à-dire une fiche en attente sur son corps de traversée (raccord). Le terminal actif de l'utilisateur (« passerelle », « ONT ») sera branché à l'aide d'un cordon abonné.

Typiquement, le DTIO se situera en zone privative dans la gaine technique du logement (GTL). Dans ce cas il sera fixé sur RAIL DIN (au format disjoncteur) permettant l'intégration dans le coffret de communication du logement et répondant ainsi aux préconisations de la norme C15-100 en matière de communications à l'intérieur des logements.



DTIO au format disjoncteur à monter sur RAIL DIN

La PTO quant à elle se situera dans le garage/sous-sol en résidentiel ou à l'intérieur du logement. Elle peut être le boîtier terminal situé chez l'abonné et est appelée dans ce cas « prise client ». Elle peut être également la deuxième prise du logement en prolongation d'une DTIO par exemple.



Prise terminale optique 2 fibres

**Nota :** La DTIO ou la première PTO du logement aura la fonction d'être le point de livraison de l'opérateur et d'être un point de test entre le réseau externe et le réseau à l'intérieur de l'habitat.

*XP C 93-927 Dispositif de Terminaison Optique Intérieur Optique (DTI Optique). Cette norme NF expérimentale publiée liste les spécifications fonctionnelles et les exigences de test auxquelles un DTIO usage intérieur (environnement C suivant IEC 61753-1 ed. 2) doit répondre.*

# LISTE DES CONTRIBUTEURS

---

## CONTRIBUTEURS

---

Gérard LERAY et Hervé BRUNET - 3M  
Jean-Claude DAROCHA – ACOME  
Pierre OBERDORF – COMMSCOPE  
Pierre-Yves BRUNEL – FOLAN  
Patrick DEMARET et Servan PELTIER – Idea Optical  
Gérard CRESPO – SCHNEIDER ELECTRIC  
Stéphane ESMAN - SM-CI  
Gabriel JAGOT – TELENCO  
Laurent LEBAILLY – Wavin

## COMITÉ ÉDITORIAL

---

Dominique WATEL : Président du CREDO  
Dominique BRAULT : Délégué Général du CREDO  
Patrick DEMARET : IDEA OPTICAL - Rapporteur du groupe de travail

## RELECTURE :

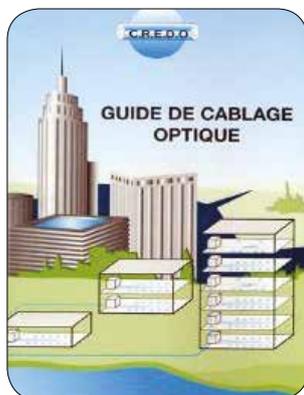
---

Bernard MILLORIT : Coordinateur Technique du CREDO

# LISTE DES PUBLICATIONS DU CREDO

## GUIDE DE CÂBLAGE OPTIQUE

1996



Ce guide, publié en 1996, fait le point sur l'usage des technologies fibre optique dans les infrastructures de câblage d'entreprise - bâtiments, campus, etc. - dans les réseaux fédérateurs et jusqu'à la prise terminale de bureau.

Il s'adresse à tous les acteurs intervenant dans les infrastructures et applications de télécommunications et réseaux.

Il décrit l'architecture générale, les concepts d'ingénierie et produits associés, les caractéristiques des composants mis en œuvre, les règles de mise en œuvre, les règles de contrôle, l'exploitation et les applications ainsi que la normalisation. Cette brochure est devenue depuis sa publication, l'ouvrage de référence en matière de câblage optique.

## GLOSSAIRE DU CÂBLAGE OPTIQUE

1997



Près de 400 définitions du vocabulaire propre à la technologie de la fibre optique sont recensés dans ce glossaire du câblage optique.

Cet ouvrage est organisé par thèmes et rubriques : lois optiques, fibres, câbles, contenants et accessoires, mesures et appareils, composants passifs et actifs, raccordement, systèmes de transmission, pose, outillage...

Ce classement en rubriques permet, outre la recherche alphabétique, d'élargir la connaissance à d'autres termes proches, relevant du même domaine.

## MESURES ET RECETTE D'UN CÂBLAGE OPTIQUE

1998



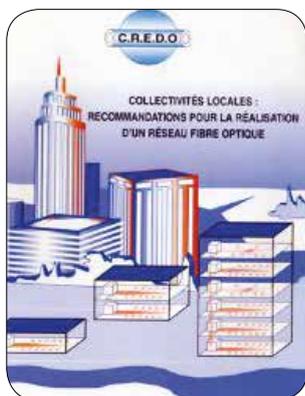
Cet ouvrage présente, dans le cadre de l'état de l'art actuel, les principes et la méthodologie de contrôle des installations à fibres optiques.

Véritable référentiel du contrôle, cet ouvrage répond à l'attente du marché en matière de clarification des prestations des professionnels. Pour chaque stade de réalisation, il précise les contrôles et mesures à effectuer et délimite les responsabilités de chaque intervenant.

Outre une méthodologie de mesures et précautions opératoires, le guide propose un cahier de recette pour suivre l'évolution du réseau et en faciliter la maintenance. Il comporte un glossaire spécifique des mesures et recette.

## COLLECTIVITÉS LOCALES : RECOMMANDATIONS POUR LA RÉALISATION D'UN RÉSEAU FIBRE OPTIQUE

1998



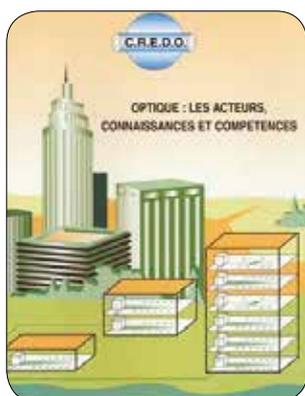
Ce premier ouvrage de recommandations, publié en 1998 est entièrement dédié aux réseaux métropolitains fibre optique. Il répond à un double objectif : guider les élus locaux désireux de construire des GFU dans leurs choix technologiques et financiers et fournir aux services techniques un référentiel sur les règles d'architecture, le choix des technologies, les règles de mise en œuvre et de contrôle.

Ce guide de 44 pages est divisé en deux parties. Une première

partie destinée à éclairer les maîtres d'ouvrage sur l'apport du MAN (Metropolitan Area Network) à la Collectivité Locale et à ses administrés, son environnement réglementaire, ses modalités de réalisation et de gestion et les coûts afférents. La deuxième partie, à l'intention des services techniques, traite de l'ingénierie de câblage, du choix des composants, des règles d'installation, de mise en œuvre et des étapes de contrôle.

## OPTIQUE : LES ACTEURS, CONNAISSANCES ET COMPÉTENCES

1999



Le savoir-faire des intervenants est un élément décisif aussi stratégique que la qualité des technologies pour la réalisation d'un câblage optique. La lecture de ce guide fournit les éléments indispensables pour l'appréciation et le choix du prestataire le mieux adapté aux besoins et objectifs d'un projet.

Cet ouvrage s'adresse aux entreprises qui envisagent de se doter d'un câblage optique : de la PME, pour sa communication d'entreprise, à l'opérateur de télécommunication grande distance.

La mise en place d'un réseau de communication se décompose en différentes étapes, de la phase d'étude à l'exploitation, en passant par la réalisation. Le guide reprend cette décomposition en décrivant à chaque étape, les missions correspondantes et les métiers associés : concepteur, acheteur, installateur, intégrateur, expert. Après avoir défini précisément en quoi consiste chaque métier, l'ouvrage détermine les connaissances et compétences que l'on est en droit d'attendre de chaque intervenant.

## RÉSEAU FIBRE OPTIQUE ÉTENDU MAN-WAN : GUIDE DE RÉALISATION

2001



Cet ouvrage porte sur la réalisation d'un Réseau Fibre Optique Étendu. Il s'adresse aux spécialistes du domaine et leur apporte des réponses aux questions d'actualité, ainsi que des recommandations sur les réseaux MAN-WAN.

Le guide dresse en premier lieu un état des applications mises en œuvre sur les réseaux longues distances - SDH et DWDM, ainsi que les applications métropolitaines plus spécifiques. Il fait le point sur les dif-

férents types de fibres monomodes mis en œuvre sur ces réseaux et les critères de choix associés. Avec de nombreuses photographies et illustrations, il décrit l'état de l'art des différents composants mis en œuvre sur ces infrastructures : câbles, connectique, accessoires de raccordement et répartiteurs, ainsi que les règles de mise en œuvre, de contrôle et d'exploitation.

# LISTE DES PUBLICATIONS DU CREDO

## LA FIBRE OPTIQUE DANS LES RÉSEAUX D'ENTREPRISE

2002



Quelle fibre optique choisir pour votre infrastructure de réseau ? Quelle distance déployer ? Quelle connectique mettre en œuvre ? Comment évoluent les normes et standards ? Votre infrastructure supporte-t-elle les nouveaux réseaux Gigabit Ethernet ou 10 Gigabit Ethernet ? Dans un environnement en forte évolution, le dernier ouvrage du CREDO actualise les données sur l'usage des technologies fibre optique dans les infrastructures de réseau d'entreprise - bâtiments, campus, etc.

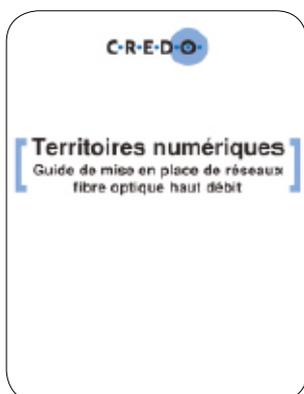
Ouvrage de référence, ce guide s'adresse à tous les acteurs intervenant dans la réalisation ou

l'exploitation d'infrastructures de réseaux de télécommunications.

Il introduit de manière didactique les principes fondamentaux de la transmission optique. Il traite des standards de câblage et des applications de réseaux d'entreprise et de leurs évolutions. Avec de nombreuses photographies et illustrations, il décrit l'état de l'art des différents composants mis en œuvre : fibres, câbles, connectique, répartiteurs et propose, pour chacun de ces composants un guide de choix. Il décrit enfin les règles de mise en œuvre, de contrôle et d'exploitation des infrastructures.

## TERRITOIRES NUMÉRIQUES : GUIDE DE MISE EN PLACE DES RÉSEAUX FIBRE OPTIQUE HAUT DÉBIT

2003



Le développement de services multimédia à haut débit vers les usagers passe par la mise en place, au niveau régional et local, d'infrastructures de réseaux de collecte et d'accès à base de fibres optiques.

Cet ouvrage est destiné à éclairer les Collectivités Territoriales et acteurs impliqués dans le déploiement des réseaux à haut débit régionaux et métropolitains.

Il constitue un véritable « condensé d'expertise » et un référentiel précieux de l'état de l'Art des technologies et pratiques.

Il fournit au lecteur tous les éléments nécessaires sur les enjeux, l'organisation du marché, le contexte réglementaire et l'état de l'Art des architectures et technologies permettant de favoriser le développement des services à haut débit sur le territoire, tout en pérennisant les investissements et infrastructures.

## DÉVELOPPEMENT DES RÉSEAUX À TRÈS HAUT DÉBIT : GUIDE DE MISE EN PLACE DES RÉSEAUX FTTH

2007



A la faveur d'un contexte réglementaire réadapté, les Collectivités Territoriales se sont désormais insérées dans le nouveau panorama des télécommunications en dotant leurs territoires des réseaux de collecte essentiels au développement de la concurrence entre opérateurs et des nouveaux services associés. Dans ce contexte, la refonte des réseaux d'accès n'apparaît plus aujourd'hui comme une alternative, mais constitue une condition

essentielle au maintien de l'attractivité numérique des territoires. Par cet ouvrage, fruit de la vision et de l'expertise partagée de ses membres, le CREDO entend fournir aux décideurs et acteurs du très haut débit les clés permettant de projeter, planifier, concevoir et réaliser le réaménagement des réseaux d'accès tout en garantissant la pérennité des infrastructures et des investissements dans un contexte de mutualisation des coûts.

## LES CONDITIONS POUR QUE LA MONTÉE EN DÉBIT SUR CUIVRE NE SOIT PAS UN FREIN AU DÉVELOPPEMENT DU FTTH

2011



Ce fascicule édité en juin 2011, exprime clairement la vision du CREDO pour que les opérations de montée en débit (MeD), temporaires mais souvent nécessaires pour éviter une fracture numérique du très haut débit, s'inscrivent dans une logique de déploiement généralisé des réseaux à fibres optiques sur le territoire.

Ce document met en évidence, sous forme de recommandations, les risques, les enjeux et le rôle que devraient jouer les Collectivités Territoriales.

## GUIDE DE MISE EN PLACE DES RÉSEAUX D'ACCÈS FTTH : LE DÉPLOIEMENT SUR L'ENSEMBLE DU TERRITOIRE À L'EXCEPTION DES ZONES TRÈS DENSES

2012



Pour le CREDO, le réseau cible satisfaisant à tous les critères techniques de pérennité, de disponibilité et de qualité s'appuiera obligatoirement sur un réseau d'accès en « fibre optique ». C'est dans cet esprit que le Cercle a orienté ses travaux sur le déploiement des réseaux d'accès FTTH dans les zones moins denses (ZMD), définies comme l'ensemble du territoire français à l'exception des zones très denses (ZTD). En se référant à la décision idoine de l'Arcep (décision n°2010-1312 du 14 décembre 2010), le CREDO fournit aux acteurs du domaine un guide de recommandations, dans le même esprit que le guide de

mise en place des réseaux FTTH paru en 2007. Dans ces zones moins denses, le Cercle, fort de son expertise et de sa maîtrise technique, met à disposition des collectivités territoriales un référentiel de l'état de l'art des architectures, des technologies et des techniques de mise en œuvre et d'exploitation des réseaux d'accès FTTH dans une logique de mutualisation des infrastructures et des coûts.

En expliquant clairement sa vision et en étant force de propositions, le CREDO participe activement au développement des services numériques sur le territoire.

# LISTE DES PUBLICATIONS DU CREDO

## MONTÉE VERS LE TRÈS HAUT DÉBIT DES TERRITOIRES, UNE ÉTAPE TRANSITOIRE VERS LE FTTH

2014



Le CREDO considère qu'il est important d'inscrire les opérations de montée en débit, quelle que soit la technologie retenue, comme autant d'étapes transitoires avant la mise en œuvre de solutions à très haut débit. Toute autre approche, qui pourrait avoir un intérêt à court terme mais risquerait de freiner, voire de mettre un coup d'arrêt au caractère prioritaire du déploiement des réseaux d'accès fibre optique, est à proscrire. Cela nécessite que les collectivités

fassent des choix éclairés que seule une bonne connaissance des solutions possibles peut leur permettre de faire. En analysant dans le présent guide ces solutions technologiques de manière la plus exhaustive possible, en donnant des critères d'appréciation objectifs et pertinents et en expliquant clairement sa vision, le CREDO souhaite participer activement au développement des services numériques sur le territoire.

## DATACENTRES RÉGIONAUX DE NOUVELLE GÉNÉRATION

2015



La généralisation du très haut débit sur l'ensemble du territoire d'ici 2022 avec une proportion d'au moins 80% en fibre optique sera un vecteur impératif et incontournable pour le dynamisme, la prospérité et la croissance économique nécessaires au maintien et à la création d'emplois. L'accès à des contenus et services identiques en tout point du territoire sera source d'équité et d'attractivité territoriale. La création d'un Datacentre local pourrait s'inscrire totalement dans cette démarche en permettant aux collectivités de toutes tailles de développer leurs propres projets

numériques locaux, ou d'accéder à des offres de services de qualité professionnelles à des conditions économiques acceptables.

La mutualisation est le cœur du modèle économique. Le poumon de cette mutualisation sera le Datacentre régional qui se positionnera comme le lien entre le développement des infrastructures à très haut débit et des usages. La création d'un Datacentre aura un impact important sur l'emploi direct lié à la construction et à l'exploitation du centre et indirect en favorisant le développement de l'écosystème TIC.

## DEPLOIEMENT DES RESEAUX FTTH EN ZMD

2017



Le CREDO poursuit un travail d'accompagnement qu'il a engagé depuis plusieurs années. Ce guide intitulé « Déploiement des réseaux FTTH en ZMD » permet d'aborder la richesse du modèle français de manière structurée et synthétique. Les divers travaux de pédagogie et d'harmonisation menés par le CREDO participent à la réussite du Plan France Très Haut Débit. Un guide qui présente le déploiement des projets de l'étude à l'exploitation

en fonction du modèle retenu par les collectivités et passe en revue les architectures, les innovations technologiques et en particulier l'utilisation des infrastructures existantes. La prise en compte des aspects de qualification du réseau et du référentiel Grace THD complète ce guide.



# NOTES

---





L'association des métiers et expertises  
pour le Très Haut Débit

**Juillet 2018**

11-17, rue de l'Amiral Hamelin - Paris 75016

Retrouvez tous nos événements  
et publications sur notre site

**[www.cercle-credo.com](http://www.cercle-credo.com)**

