

FTTH

INTRODUCTION

Le développement des réseaux à Très Haut Débit s'est propagé en trois vagues successives. Seul l'achèvement de la troisième vague permettra de disposer de véritables services Très Haut Débit de bout en bout.

- La première vague a permis de construire les grandes artères d'interconnexion en fibre optique entre les villes importantes des territoires. Les opérateurs historiques disposaient déjà de leurs infrastructures propres ; les opérateurs « alternatifs » en ont déployé de nouvelles à partir de 1998. Ce déploiement dit « longue distance » est paradoxalement le plus simple à mettre en œuvre dans la mesure où la capillarité du réseau est limitée et le déploiement s'appuie sur la mobilisation de grandes entreprises ad-hoc - autoroutes, voies ferrées, voies navigables, etc.
- La seconde vague a consisté, à partir des grandes villes, à poursuivre le maillage d'interconnexion à l'échelon « régional », « départemental », ou « local » par la construction de réseaux de collecte à base de fibres optiques. La construction de ces réseaux métropolitains, initialisée à partir de 2001, s'est appuyée à la fois sur des opérateurs privés, mais également, pour de très nombreux territoires sur des initiatives publiques (RIP : Réseaux d'Initiative Publique). Plusieurs projets de déploiements sont encore en cours ou à l'étude à l'heure actuelle. C'est sur ces réseaux, notamment, que sont rapatriés les flux ADSL concentrés par les équipements DSLAM dans les centraux télécoms (NRA).
- La troisième vague concerne la rénovation du réseau d'accès (le réseau cuivre). Elle doit permettre de « terminer » le déploiement de la fibre jusqu'à l'abonné et vise à remplacer le réseau « cuivre » du téléphone actuel qui a été conçu et déployé dans les années 70. Ce chantier est baptisé « FTTH » (Fiber To The Home). C'est le chantier le plus « lourd » compte tenu de la localisation et de la capillarité de ce réseau. Cette vague a été initialisée en 2007 et s'échelonne sur les 20 prochaines années.

FTTH

PREMIERE PARTIE : ETUDE DU RESEAUX EXISTANT

Le réseau téléphonique est composé de plusieurs sous-ensembles de deux catégories : le réseau dorsal et le réseau d'accès. Dans cette partie notre travail consistera à étudier le réseau d'accès. Le réseau d'accès est le réseau constitué essentiellement de ligne d'abonné reliant chaque abonné à son centre de rattachement le plus proche.

FTTH

FTTH

I. STRUCTURE DU RESEAU

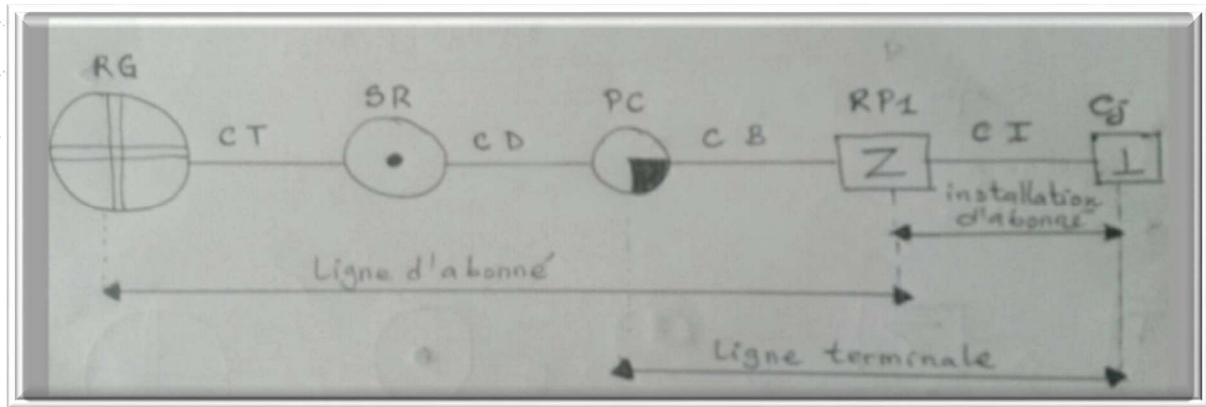


Figure I 1.1 : Structure du réseau local existant

Avec :

- CT : CABLE DE TRANSPORT
- CD : CABLE DE DISTRIBUTION
- CB : CABLE DE BRANCHEMENT
- CI : CABLE D'INSTALLATION

1. Le répartiteur général (RG) ou le répartiteur d'entrée (RE)

a. Définition et rôle

Le répartiteur général est un bâti à double faces :

- La face dite vertical sur laquelle on trouve les têtes de transport venant de l'extérieur
- La face dite horizontale sur laquelle on trouve des réglettes appelées réglette horizontale.

Les têtes verticales et les réglettes verticales sont reliées entre elles par des fils de couleurs rouge et blanc appelé fils jarretières. Nous avons un fil jarretière par abonnés.

Le répartiteur général a principalement trois rôles qui lui sont confié :

- Le rôle de point de coupure (capable d'interrompre une ligne d'abonné)
- Rôle de répartition (capable de servir plusieurs sous-répartiteurs)
- Rôle de protection (géré par les matériels de la partie protection).

b. Présentation

Le Répartiteur générale se compose de divers équipement à savoir

- Les têtes verticales
- Les réglettes horizontales
- Les ordinateurs
- Les lampes de signalisation
- Energie

FTTH

Dans la partie protection, nous avons des fusibles, des parafoudres, des bobines thermiques...



Figure I 1.2 : Schéma d'un répartiteur général

2. Le sous-répartiteur

a. Définition

Le sous-répartiteur est une cellule de base dans l'organisation d'un réseau d'accès. Nous avons plusieurs types de sous-répartiteurs qui sont :

- Les sous-répartiteurs dans des ouvrages de maçonnerie. Les ouvrages peuvent être enterrés sur la voie publique, dans des domaines privés et dans les immeubles.
- Les sous-répartiteurs sur des appuis téléphoniques

b. Présentation

Nous avons dans les sous-répartiteurs deux types de tête : les têtes de transport et les têtes de distribution reliés en permanence par des fils jarretières. Dans les sous-répartiteurs il y a 4 capacités de têtes qui sont :

- Les têtes de 28P (78/126)
- Les têtes de 56p (78/127)
- Les têtes de 112p (78/128)
- Les têtes de 224p (78/129)

La capacité maximale d'un sous-répartiteur est de 1200p c'est-à-dire 1200 abonnés. Il existe quatre (4) emplacements définis pour les sous-répartiteurs :

- Les sous-répartiteurs en armoire
- Les sous-répartiteurs dans les immeubles
- Les sous-répartiteurs sur les appuis téléphoniques
- Les sous-répartiteurs en souterrain

FTTH

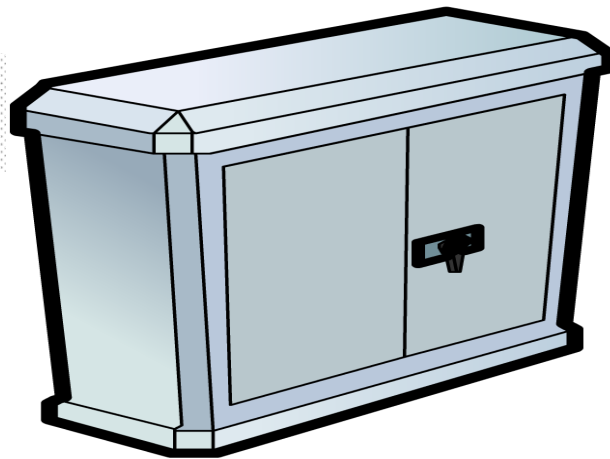


Figure I 1.3 : Schéma d'un sous-répartiteur

3. Les points de concentrations (PC) ou points de distribution

a. Définition

Les points de concentration sont des petits coffrets qui sont le plus souvent fixés sur les appuis téléphoniques, à l'intérieur des maisons ou immeubles. Les coffrets (point de distribution) sont alimentés par des câbles de distribution qui viennent du sous répartiteur. Les coffrets sont des boîtiers BMX desquelles partent des câbles de branchement.

b. présentation

Nous avons plusieurs types de points de concentration qui sont :

- Les PC en façade
- Les PC sur les appuis téléphoniques
- Les PC dans les bornes pavillonnaires
- Les réglottes d'immeubles

Et plusieurs capacités pour les points de concentration qui sont :

- Les PC de 3p réduits
- Les PC de 4p réduits
- Les PC de 7p
- Les PC de 14p

En Côte d'Ivoire ce sont uniquement les points de concentrations de 7p qui sont utilisés



Figure I 1.4 : Boitier BMX

4. L'entrée de poste (EP)

L'entrée de poste ou boitier RP1 (raccordement protection une (1) paire) sont de petites boites placées généralement à l'entrée de la maison.

Le boitier RP1 ou entrée de poste est un matériel individuel, qui doit être équipé c'est-à-dire avoir le matériel de protection qui comprend deux (2) fusibles et un parafoudre. Le boitier RP1 est alimenté par un câble de branchement à une paire appelé méplat, c'est un câble de branchement aérien de la série 5/9.



Figure I 1.5 : Boitier RP1

FTTH

5. Conjoncteur

C'est un matériel individuel installé à l'intérieur de la maison, sur lequel est branché le poste téléphonique. Il existe deux types de conjointeur : Le conjointeur male, et le conjointeur femelle.



Figure I 1.6 : Schéma d'un conjointeur

II. PRESENTATION DE NOUVEAUX SERVICES

Le développement des technologies et surtout le besoin permanent des utilisateurs qui est de s'informer sur l'actualité mondiale ont valorisé l'émergence de nouveaux services dans le réseau d'accès. Ces nouveaux services sont diversifiés et nécessitent un plus grand débit dans le réseau d'accès. Les nouveaux services qui ont fait leurs apparitions sont :

- Téléchargement des films HD et des morceaux de musique en un instant
- Possibilité de réponse instantanée dans les jeux en ligne
- Le télétravail (Travailler depuis le domicile et envoyer des pièces jointes et des fichiers volumineux en quelques secondes)
- Les services multi-usagers (Regarder la télé haute définition, télécharger des vidéos, envoyer ses photos, échanger des contenus, jouer en réseau : tout est accessible en même temps sans contraintes)
- La télévision haute définition (TVHD) : Rappelons que la télévision haute définition a besoin d'une dizaine (10) de Mbit/s de bande passante pour être diffusée dans de bonnes conditions.
- La visioconférence : transmission d'images animées et de son par des réseaux de télécommunication

La fibre optique permet ainsi de fournir à un foyer assez de débits pour que la TVHD soit transmise sur plusieurs téléviseurs simultanément. L'échange de flux numériques multimédias comme les vidéos ou les photos, et la domotique pourraient se développer grâce à la fibre optique. Cette technologie permet concrètement de lever les barrières de débits imposées par l'ADSL ces dernières années.

FTTH

DEUXIEME PARTIE :

ETUDE DU RESEAU DE DESSERTE EN FIBRE OPTIQUE

FTTH

FTTH

I. ARCHITECTURE DU RESEAU FT

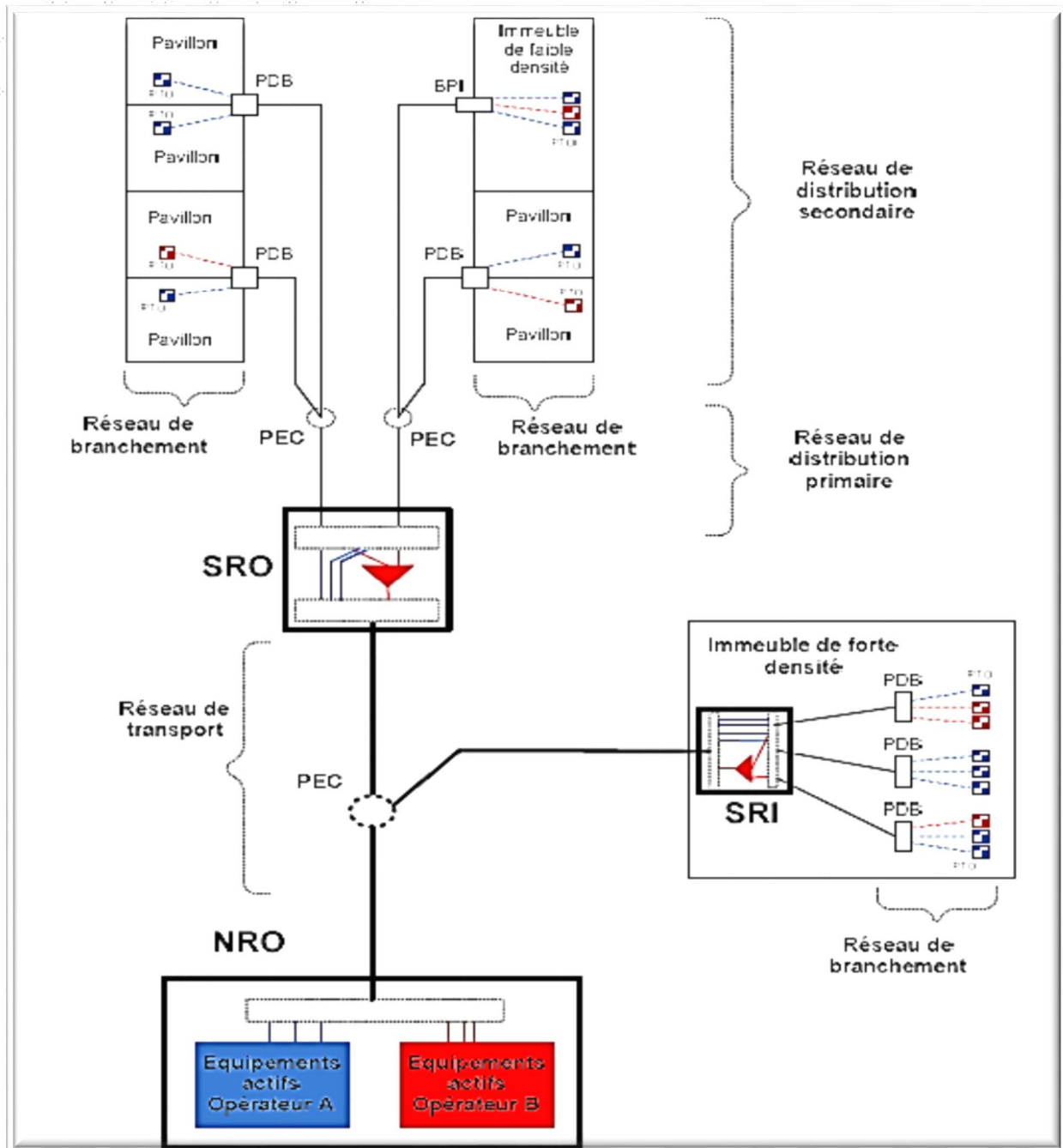


Figure II 1.1 : Structure du réseau FTTH

II. DESCRIPTION DES ELEMENTS DE RESEAU FTTH

Conformément à l'architecture réseau défini précédemment cette partie présente les meilleures pratiques en matière de dimensionnement des équipements passifs pour assurer une desserte en fibre optique de type FTTH.

FTTH

1. Prise terminal optique (PTO)

La Prise Terminale Optique relie l'abonné au point de branchement (BDP ou BPI) par un câble de branchement mono-fibre ou bi-fibre en fonction de la catégorie de l'abonné à desservir.



Figure II 2.1 : Prise terminale optique

2. Point de branchement optique (PBO)

Le PBO est un coffret avec un câble multifibre en entrée permettant le piquage d'un ou plusieurs câbles fibres optiques vers le client. Le Point de Branchement ou boîtier d'étage est un équipement sur lequel sont raccordés les câbles fibres optique venant des sous-répartiteurs optiques.

Dans le cas d'un habitat individuel, le Point de Branchement est implanté sur la voie publique dans une niche ou une chambre ou sur façade lorsque le réseau de distribution est réalisé en aérien. Pour le cas des immeubles collectifs le point de branchement est situé dans les étages.

Type de zone	Taille en FO
Zone urbaine très dense	12 et 24
Zone urbaine	4, 6 et 8
Zone rurale	2 et 4
Zone économique	4, 6 et 8

Tableau 1 : Taille du PBO

3. Point d'éclatement du câble (PEC)

Le PEC a pour rôle d'optimiser et d'apporter de la flexibilité au réseau FTTH. Il est placé dans une chambre et il permet d'éclater un ou plusieurs câble(s) pour desservir soit plusieurs sous répartiteurs ou des points de branchement sans couplage.

Le PEC joue aussi le rôle d'un point d'interface entre la distribution de niveau 1 et la distribution de niveau 2. Les types des protections d'épissures optiques utilisées pour les points d'éclatement de câble dans les réseaux FTTH sont comme suit

Type de boîtier	Type de câble	Nombre minimal des Entrées/sorties	Nombre maximal des Entrées/sorties	Capacité maximale	
				Epissure par fusion	Epissure mécanique
Type 1	Micro-structures	4	8	144	72
	A structure libre			96	48
Type 2	Micro-structures	8	18	336	168
	A structure libre			224	112
Type 3	Micro-structures	8	18	288	576
	A structure libre			192	384

Tableau 2 : Types de protection d'épissure

En fonction du type de zone à desservir, des sorties de réservation sont prévues au niveau des PEC :

Type de boîtier	Nombre de réservations	
	Zone rurale	Zone urbaine
Type 1	2	1
Type 2	3	2
Type 3	6	3

Tableau 3 : Dimensionnement des réservations

4. Sous-répartiteur optique (SRO)

Le sous-répartiteur optique est un point de flexibilité entre le transport et la distribution de niveau 1. Le sous-répartiteur optique est une armoire de rue similaire aux sous-répartiteurs utilisés au niveau des réseaux téléphoniques. Il regroupera un nombre entier de point d'éclatement de câble (PEC) et il représente un point de convergence des infrastructures de génie civil.

Pour le cas d'une desserte Point Multipoint, ce point de flexibilité assurera une fonction de couplage. Les tailles et les positions des SRO sont déterminées de manière à assurer un meilleur compromis entre longueur de réseau SRO-Abonné et le nombre des SRO à installer. La taille de l'SRO varie de 300 à 1000 lignes FO en fonction du type de zone à desservir. Le tableau ci-dessous donne les meilleures pratiques pour le dimensionnement :

FTTH

Type de zone	Taille en FO	Distance maximale SRO-Abonné (km)
Zone urbaine très dense	300 à 1 000	0,1 à 0,5
Zone urbaine	300 à 600	0,1 à 1
Zone rurale	300 à 600	0,5 à 3
Zone économique	300 à 600	0,1 à 1

Tableau 4 : Dimensionnement des SRO

En plus de l'accès au réseau de desserte à partir du NRO, les opérateurs auront le droit de fournir leurs services aux abonnés à partir des SRO qui joueront le rôle de points de mutualisation. Il est à noter que les NRO joueront également le rôle de SRO pour les prises situées à des faibles rayons du NRO.

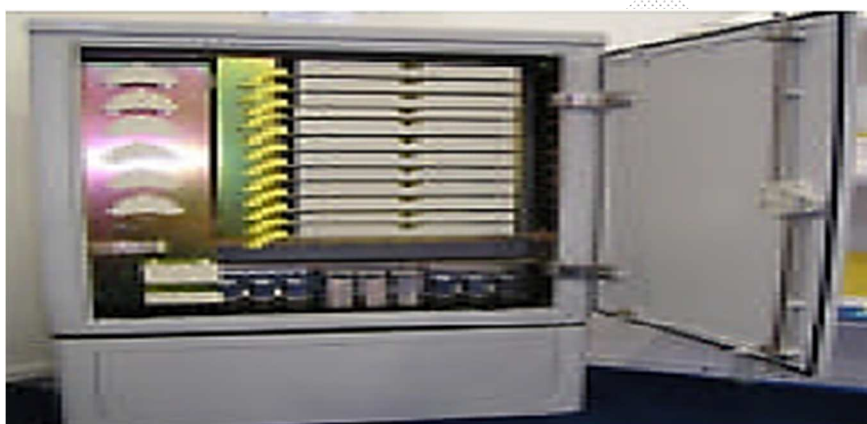


Figure II 2.2 : Exemple de sous-répartiteur optique



Figure II 2.3 : Module d'accès optique

FTTH

5. Sous-répartiteur optique d'immeuble (SRI)

Le sous-répartiteur optique d'immeuble est équivalent à l'SRO décrit ci-dessus et il est placé en pied d'immeuble. Le SRI est un point de brassage entre le câblage d'immeuble et les réseaux d'adduction des différents opérateurs.

Le SRI permet le brassage de chaque abonné vers n'importe quel opérateur et il peut intégrer une fonction de couplage pour le cas des technologies Point Multipoint. Les SRI sont utilisés pour les immeubles dont l'équivalent strictement supérieur à 12 FO.

6. Boitier Pied de l'Immeuble (BPI)

Pour les immeubles de faible capacité dont l'équivalent est inférieur ou égale à 12 FO, il n'aura pas besoin de mettre en place un répartiteur d'immeuble et les abonnés seront desservis directement à partir d'un boîtier placé soit en sous-sol, en coffret ou en borne sur la voie publique à l'extérieur de l'immeuble.

Dans certains cas le BPI peut être installé dans une chambre dont les dimensions et l'encombrement sont compatibles avec la protection d'épissure utilisée. Il n'est pas permis d'installer des coupleurs dans les BPI et les PDB.

7. Nœud de Raccordement Optique

Le nœud de raccordement optique (NRO) est le point de départ des liens optiques vers les utilisateurs. Ce nœud doit être dimensionné pour héberger les répartiteurs optiques et les baies permettant d'accueillir les équipements actifs des opérateurs en fonction de leurs choix technologiques. L'NRO peut avoir une capacité de distribution jusqu'à 50000 FO, le tableau ci-dessous récapitule la taille recommandée pour les NRO en fonction du type de zone à desservir et précise la distance maximale de l'abonné le plus éloigné :

Type de zone	Taille en FO	Distance maximale NRO-Abonné (km)
Zone urbaine très dense	4 000 à 30 000	1 à 2
Zone urbaine	5 000 à 50 000	1 à 5
Zone rurale	2 000 à 10 000	3 à 10
Zone économique	2 000 à 10 000	1 à 3

Tableau 5 : Taille des NRO

La superficie nécessaire pour implanter un NRO dépend principalement de la technologie à utiliser si elle est de type point à point ou point à-multipoint. Il est recommandé un dimensionnement compatible avec la technologie point-à-point, ce qui se traduit par un local technique de surface de 12 à 60 m² en fonction du nombre de lignes FO et du nombre d'opérateurs qui seront localisés.

Ce local doit être raccordé au réseau électrique et muni :

- d'un système de contrôle d'accès et d'intrusion
- d'un système de sécurité incendie et de climatisation.
- d'un atelier d'énergie 48 V, d'onduleur et batteries

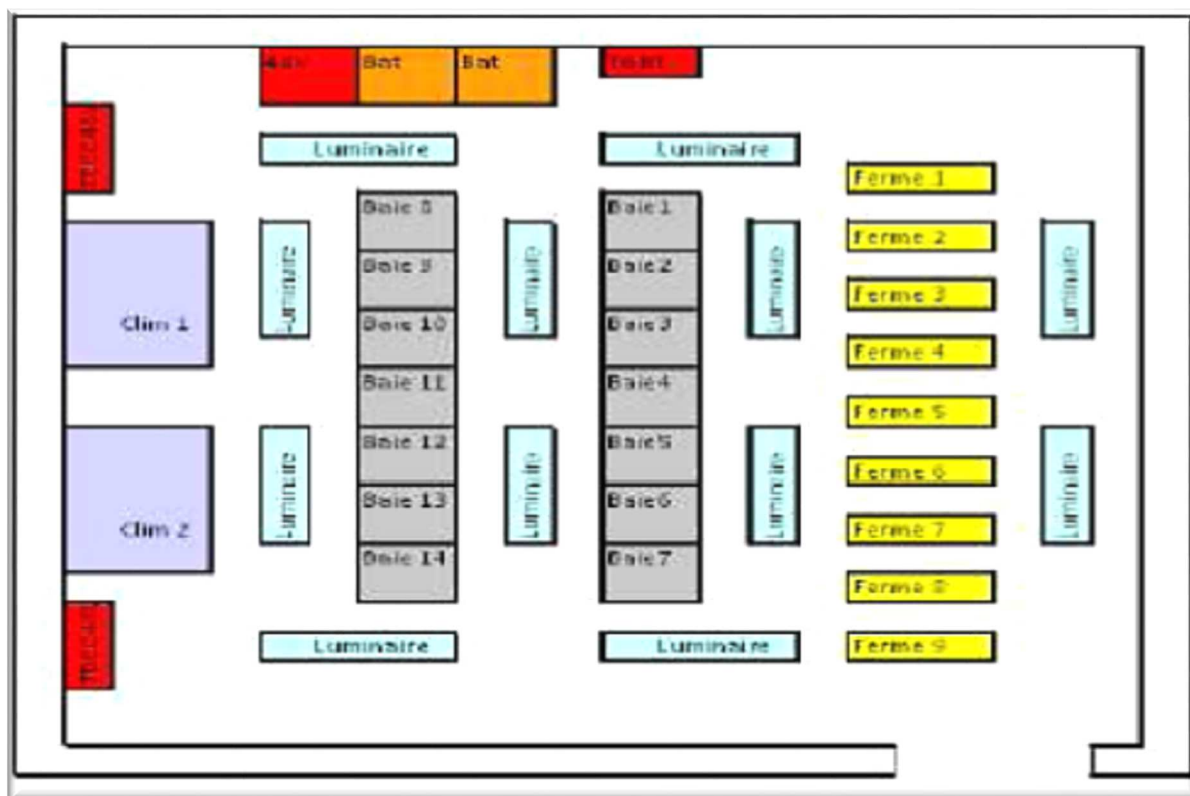


Figure II 2.4 : Exemple de plan NRO de 10.000 lignes PtP (48m2, source : axione)

FTTH

TROISIEME PARTIE :

DEPLOIEMENT DE LA FIBRE OPTIQUE

I. DIMENSIONNEMENT DES CÂBLES FIBRES OPTIQUES

Les câbles fibres optiques qui seront généralement utilisés au niveau du réseau de transport, du réseau de distribution et du réseau de branchement seront de type G652D. Pour le cas des installations de faible rayon de courbure, pour les réseaux de distribution des immeubles et des installations internes chez l'abonné on opte plutôt pour le type G657A. Les câbles généralement préconisés pour la construction des réseaux FTTH sont ceux de type microstructure.

Le dimensionnement des câbles fibres optiques est effectué en tenant compte des hypothèses suivantes:

- En aval du sous-répartiteur (SRO ou SRI) la technologie point à point (PtP) est imposée ;
- En amont du sous-répartiteur (SRO ou SRI), la partie transport sera dimensionnée de sorte que 40% des abonnés seront desservis en Point à Point et que 60% seront couverts par un réseau en Point multi Point ;
- Le dimensionnement des câbles fibres optiques prendra en compte les équivalents de chaque catégorie d'abonné ;
- Le linéaire entre l'équipement actif d'un opérateur et la prise terminale optique ne devra pas dépasser 20 km.

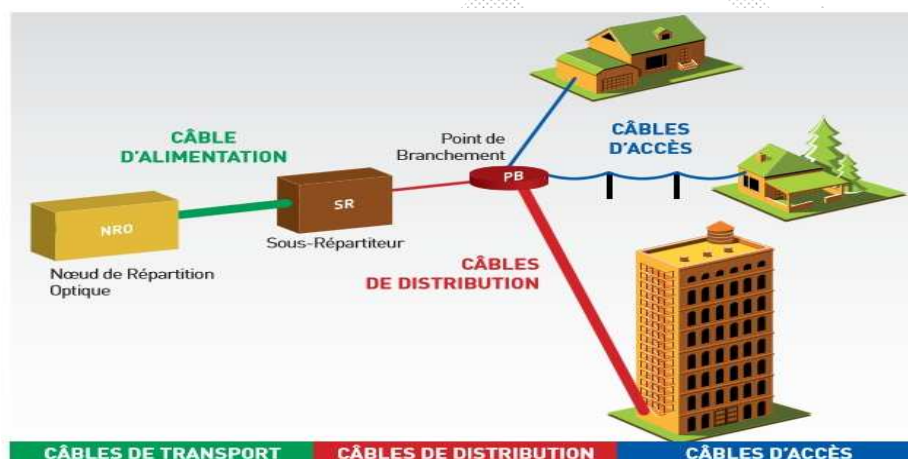


Figure III 1.1 : Les câbles utilisés dans le réseau

1. Capacité des câbles fibres optiques

Les capacités des câbles et des modules de câbles utilisés au niveau des différents réseaux dans une architecture FTTH sont ventilées comme suit :

FTTH

Câbles de transport	Câbles de distribution	Câbles de branchement
144	6	1
216	12	2
288	24	4
456	48	
720	72	
	96	
	144	

Tableau 6 : Contenances des câbles fibres optiques

2. Taux de blocage

Dans le cas du GPON, l'infrastructure du réseau est partagée entre les abonnés via la mise en place de coupleurs dans le réseau. Les coupleurs sont des éléments passifs permettant le partage du signal optique descendant vers plusieurs utilisateurs et d'agréger plusieurs signaux optiques montant en un seul. Le taux de couplage et le nombre de niveaux sont deux facteurs déterminants dans la conception de la solution. Le budget optique de liaison optique dépend fortement de ce choix. Le tableau ci-dessous récapitule les paramètres pour les différents scénarios de déploiement d'un réseau GPON :

Taux de couplage	Nombre de niveau de couplage	Débit maximal/abonné (Mbps)
GPON 10G		
8	1	1248
16	1	624
32	1	312
32	2	312
64	1	156
64	2	156
64	3	156
GPON 2.5G		
8	1	312
16	1	156
32	1	78
32	2	78
64	1	39
64	2	39
64	3	39

Tableau 7 : Taux de blocage

Il existe plusieurs configurations possibles pour les niveaux de couplage. A titre d'exemple on cite ici quelques exemples pour un couplage 1:32 et à deux niveaux : 1:2 plus 1:16 ou 1:4 plus 1:8 ou 1 :8 plus 1:4. Ces coupleurs peuvent être installés dans le réseau d'accès FTTH au niveau du nœud de raccordement optique (NRO) et/ou au niveau des sous-répartiteurs optiques (SRO ou SRI).

3. Contraintes technologiques

Les opérateurs ont besoin de calculer l'affaiblissement maximal sur le lien optique pour déterminer le budget optique maximal entre le nœud optique et la prise terminale optique du client. Le respect des

contraintes relatives au bilan de la liaison optique permet de garantir une puissance suffisante de lumière pour avoir le service et assurer la QoS au client.

Dans la suite on présente les principales contraintes à tenir en considération lors du calcul du budget optique. Tout d'abord, le budget optique d'une liaison dépendra de la technologie utilisée pour desservir le client. Les budgets à prendre en considération pour l'ingénierie du réseau en fonction la technologie utilisée sont comme suit :

- GPON: 28 dB max et 13 dB min aux deux longueurs d'onde 1310 nm et 1490 nm avec des systèmes de classe B+ ; 32 dB max et 17 dB min avec des systèmes de classe C+ ;
- XGPON : valeurs normatives sont 29 dB max pour le XG-PON1 N1, 31 dB pour le XG-PON1 N2a/b, 33 dB pour le XG-PON1 E1, 35 dB pour le XG-PON1 E2a/b.
- Point-à-point (PtP) : pour cette technologie, la contrainte de budget optique est généralement traduite en distance maximale, les systèmes utilisés actuellement par les opérateurs permettent d'atteindre les distances de 5km, 10km, 20km ou 40km. Par exemple, pour des liens mono-fibre et Giga Ethernet avec des modules SFP 1000BASE-BX10-D au niveau du central on peut atteindre des abonnés à 10 km.

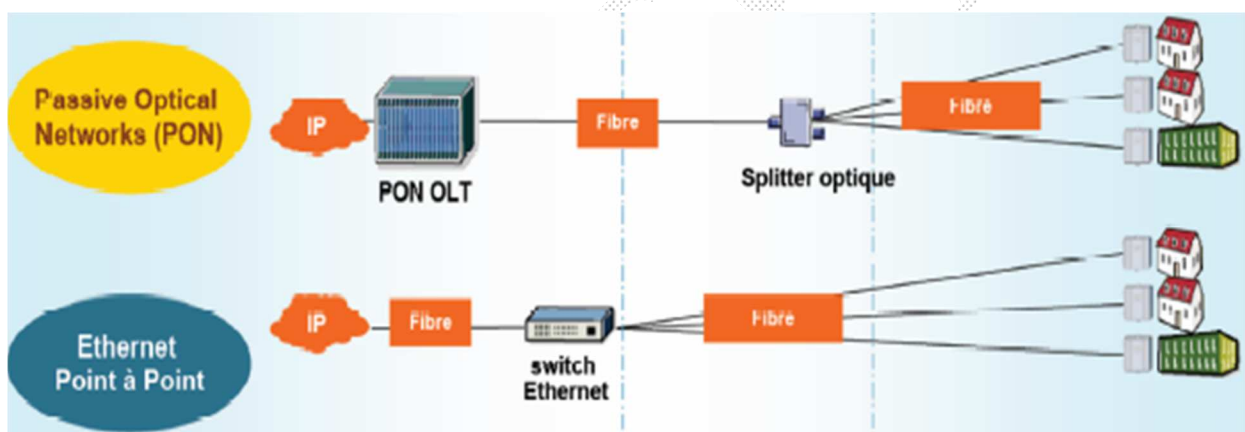


Figure III 1.2 : Architecture PtP et PmP

Le graphe ci-dessous donne pour deux classes de laser utilisées avec la technologie GPON l'évolution de distance maximale à atteindre en fonction du taux de couplage.

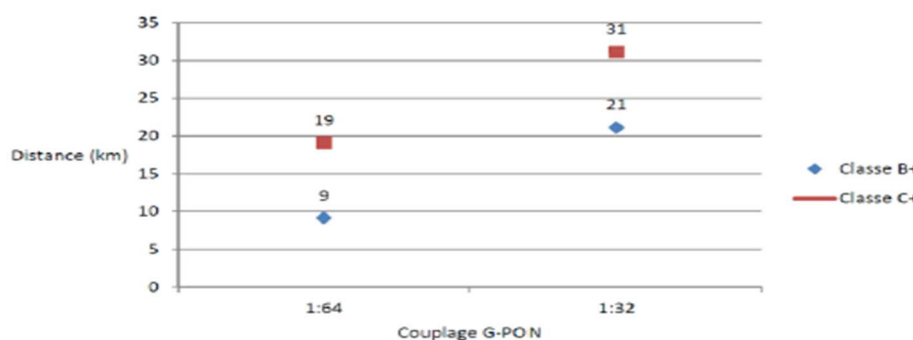


Figure III 1.3 : Distance en fonction du taux de couplage

Dans la suite on présente un référentiel commun dans l'ingénierie des réseaux d'accès FTTH pour les différentes technologies PtP et PmP. Les valeurs limites relatives aux différentes contraintes de ce référentiel sont définies à partir des normes et standards ainsi que des meilleures pratiques élaborées par les équipementiers du domaine :

Désignation	Valeur de référence	Remarques
Affaiblissement linéique (dB/Km)		
G652D à 1310 nm	0,35	
G652D à 1490 nm	0,24	
G652D à 1550 nm	0,21	
G657A à 1310 nm	0,38	
G657A à 1490 nm	0,28	
G657A à 1550 nm	0,25	
Perte par coupleur (dB)		
Coupleur 1:2	3,7	Valeurs selon la norme CEI 61 753-031-3.A pour coupleur sans tenir compte de la connectique
Coupleur 1:4	7,3	
Coupleur 1:8	10,9	
Coupleur 1:16	14,5	
Coupleur 1:32	18,1	
Coupleur 1:64	20,5	
Coupleur WDM1R	0,5	Séparateur GPON du XG-PON
Perte par connecteurs (dB)		
Connecteur SC/APC	0,35	
Connecteur SC/UPC	0,25	
Perte par épissure (dB)		
Epissure par fusion	0,1	
Epissure mécanique	0,2	
Marge (dB)		
Marge / vieillissement des lasers	1	Inclut le vieillissement irréversible sur les différents éléments

Tableau 8 : Référentiel pour l'ingénierie FTTH

FTTH

II. DIMENSIONNEMENT DES CONDUITS

1. Conduits et fourreaux

Les fourreaux les plus utilisés pour la fibre optique sont en PEHD (Polyéthylène Haute Densité) ou en PVC (Polychlorure de vinyle). Ils ont une forte résistance, une longue durée de vie et sont insensibles à la rouille.



Figure III 2.1 : Fourreaux PEHD à gauche et PVC à droite



Fourreau de diamètre 40mm avec un câble à structure fibre de diamètre 17 mm
Capacité : 192 FO

Fourreau de diamètre 40mm avec 5 micro-conduites de 10 mm pour micro-câbles de diamètre 6 mm.
Capacité : 72 FO par micro-câble \rightarrow 360 FO



Figure III 2.2 : Exemples d'utilisation des conduits et micro-conduits

Les conduits protègent les câbles contre les rongeurs et contre l'humidité. La bonne conception impose que les câbles ne doivent occuper la totalité du conduit mais laisser 60% à 70% de l'espace disponible du tuyau. Le diamètre d'un câble bi-fibre étant en moyenne de 5 mm, un diamètre de conduit 80mm est alors convenable.

2. Canalisation sous-terrine

La canalisation doit être assez profonde pour la sécurité des câbles, mais pas trop profonde pour la facilité de l'installation. Selon la norme NFP 98-331 relatives aux tranchées, les fourreaux doivent être signalés dans la tranchée par un grillage avertisseur normalisé de couleur verte pour les réseaux télécoms, posé à 30 cm au-dessus de la génératrice supérieure du faisceau de fourreaux. La largeur du grillage est au moins égale à la largeur de l'ensemble des fourreaux. Les fourreaux devront également être identifiés de chaque côté par un numéro ou une couleur. Mais dans le cas des tranchées de faibles dimensions, le grillage avertisseur peut être remplacé par une coloration dans la masse du matériau de remblayage auto compactant.

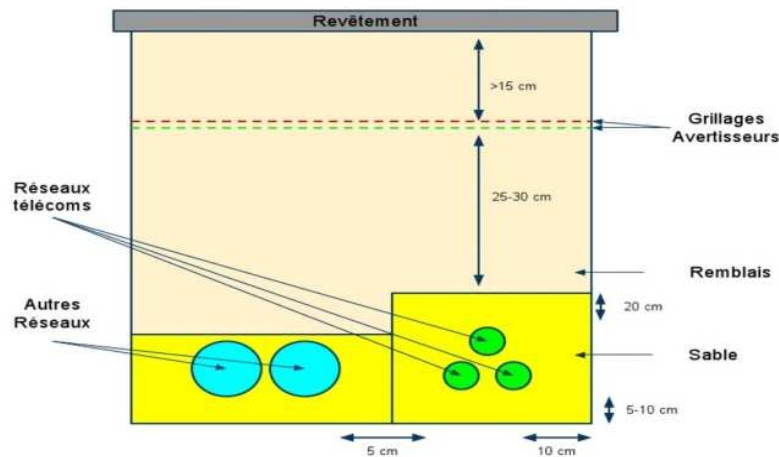


Figure III 2.3 : Exemple de dimensionnement de canal

3. Réservation de fourreaux

Lors de travaux sur les réseaux souterrains, il peut être opportun de poser des fourreaux en prévision des besoins futurs. La pose facilite aussi l'installation d'autres câblages futurs et les actions de tirage s'en trouvent moins difficiles à entamer.

III. DIMENSIONNEMENT DES CHAMBRES

Lors de la pose de fourreaux, l'installation de chambres à intervalles réguliers est nécessaire. Ces chambres permettent :

- la mise en place des câbles dans les fourreaux, en offrant des points d'entrée et de sortie à ces derniers, ainsi qu'un espace de travail suffisant : ce sont les chambres de tirage/portage (on les désigne généralement par « chambre de tirage », indépendamment de la méthode qui sera réellement utilisée pour mettre en place les câbles).
- la réalisation des changements de direction des câbles, des dérivations et des raccordements, en offrant un espace de stockage pour des surlongueurs de câbles (lovage) et des boîtiers d'épissurage pour l'accessibilité aux câbles fibres optiques : ce sont les chambres de raccordement ou de dérivation. Les surlongueurs de câble permettent notamment d'intervenir sur les boîtiers d'épissurage dans de bonnes conditions matérielles, à l'intérieur d'un véhicule amené à proximité de la chambre.

Il est nécessaire de boucher les extrémités des conduits pour qu'ils soient étanches. Le haut de la chambre doit être verrouillé pour sécuriser l'endroit.

FTTH



Figure III 3.1 : Exemples de chambres

Pose en accotement (trottoir) LxT					Remarques
Type	Longueur (cm)	Largeur (cm)	Profondeur (cm)	Taille maxi de la conduite	
L0T	63	45	38	3Ø45	Sert à remplacer les regards 30x30 lorsqu'ils sont impossibles à mettre sur le domaine privé
L1T	77	63	68	5Ø45 ou 3Ø45 + 2Ø60	Sert à raccourcir les grandes longueurs de conduite et à éviter les courbes trop prononcées.
L2T	141	63	68	7Ø45 + 3Ø60	Ces chambres sont destinées à recevoir les derniers équipements de télécommunication sur le domaine public (Point de concentration, Amplificateurs...). Les armoires de rue (Borne pavillonnaire) y sont généralement rattachées.
L3T	162	77	68	7Ø45 + 3Ø80	
L4T	212	77	68	7Ø45 + 6Ø80	
L5T	204	113	128		Servent à recevoir une quantité importante de tuyaux. C'est ici que se divisent les gros câbles, les sous répartiteurs y sont rattachés ainsi que tous les gros équipements de télécommunication.
L6T	267	113	128		

Remarque: Les chambres font généralement 8 cm d'épaisseur.

Pose sous voies circulées ou BAU KxC					
Type	Longueur (cm)	Largeur (cm)	Profondeur (cm)	Taille maxi de la conduite	Remarques
K1C	107	107	84	7Ø45 + 3Ø60	Remplace L1T et L2T
K2C	182	107	84	7Ø45 + 6Ø80	Remplace L3T et L4T
K3C	257	107	84		Remplace L5T et L6T

Remarque: Les chambres font généralement 8 cm d'épaisseur.

Tableau 9 : Récapitulatif sur les types de chambres

IV. POINT DE MUTUALISATION

Ce principe permet de mettre à disposition de l'ensemble des opérateurs desservant un immeuble ou un ensemble d'habitations, une infrastructure terminale unique allant d'un local technique défini comme le point de mutualisation, jusqu'à l'utilisateur. Pour diminuer le coût de l'investissement nécessaire au déploiement de la boucle locale optique et éviter des investissements redondants, la réglementation en vigueur encadre le principe de mutualisation de la partie terminale du réseau et aussi pour limiter les interventions dans les immeubles.

En amont du point de mutualisation, chaque opérateur dispose de son réseau de desserte en fibre optique, soit via une infrastructure en propre, soit en achetant du service (fibre noire ou bande passante) à un opérateur d'opérateurs.

En aval du point de mutualisation, un seul réseau de fibre optique est déployé (typiquement celui du premier opérateur desservant un usager) et mutualisé à l'ensemble des opérateurs souhaitant offrir des services aux usagers.

Le point de mutualisation marque ainsi la frontière entre le réseau de l'opérateur d'immeuble et les réseaux des autres opérateurs.

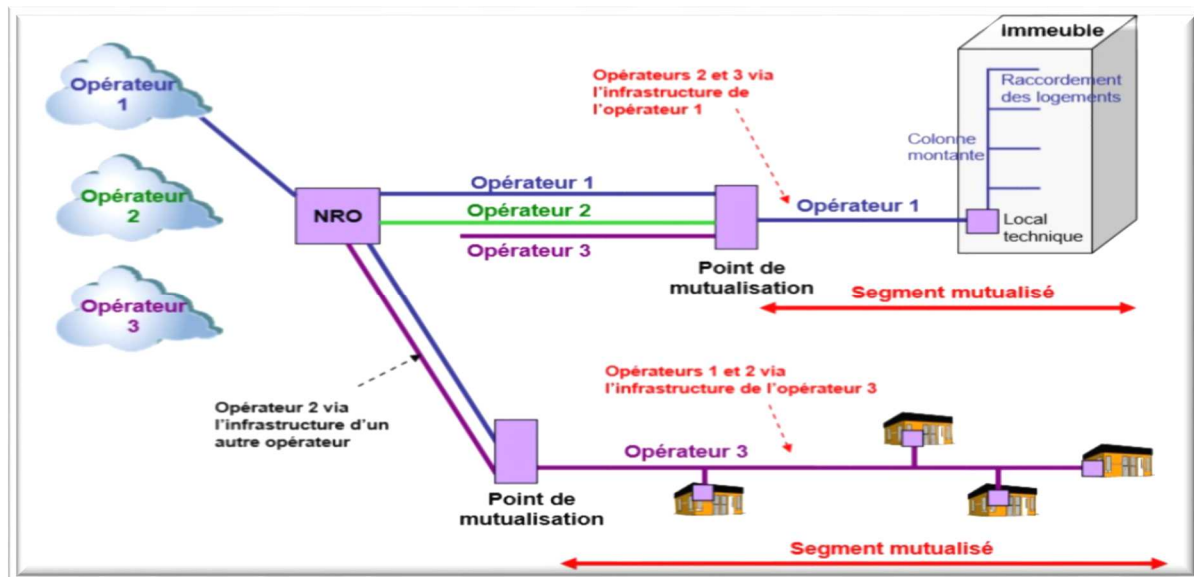


Figure III 4.1 : Principe de mutualisation de la partie terminale du réseau

FTTH

QUATRIEME PARTIE :

REALISATION PRATIQUE

I. ASPECT TECHNIQUE

1. Plan itinéraire

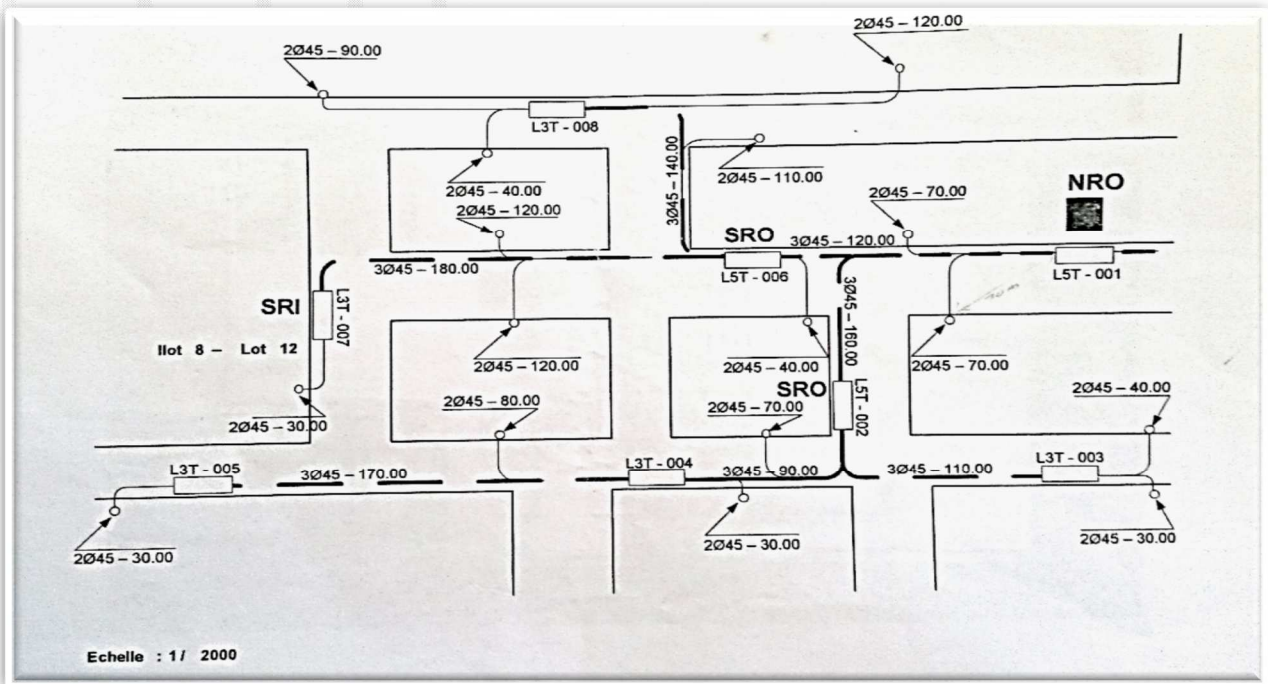


Figure III 1.1 : Chemin des câbles fibres optiques

2. Desserte de l'immeuble

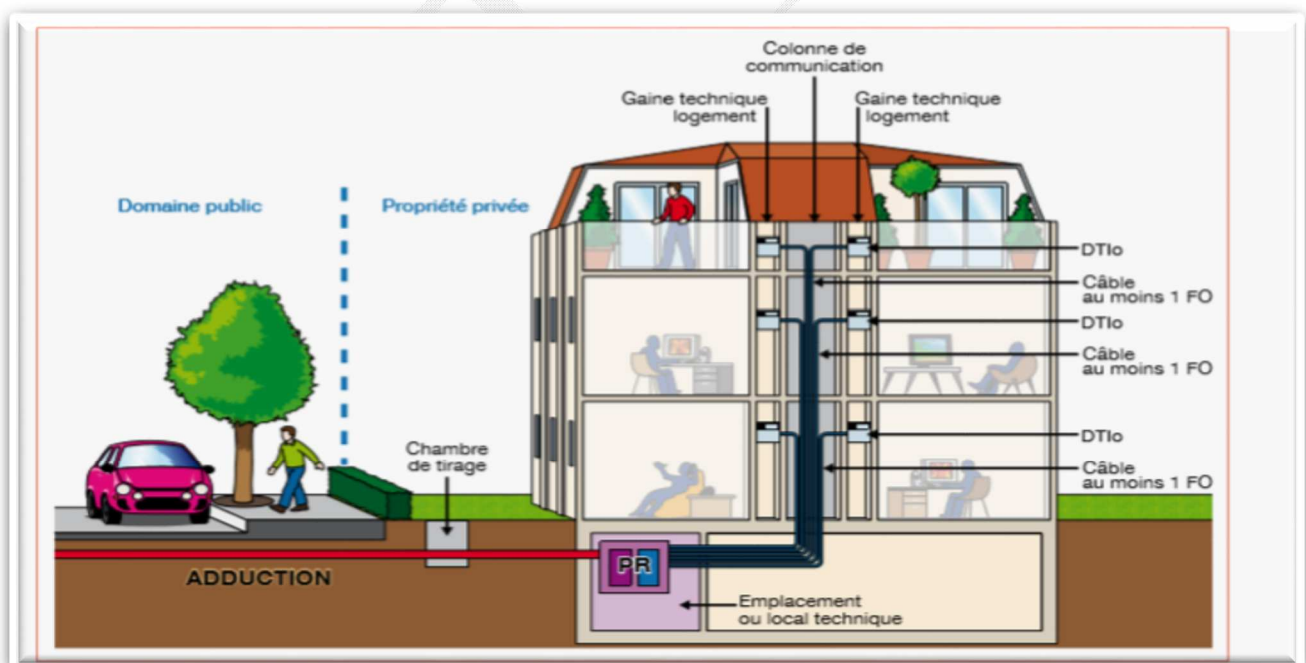


Figure III 1.2 : Desserte de l'immeuble de l'Ilot 8 - Lot 12

La pose de la fibre optique entre le point de raccordement (PR) et le domaine public est la responsabilité de l'opérateur mais la pose de PR est à la charge du promoteur (client).

II. ASPECT ECONOMIQUE

	DESIGNATION	UNITE	QUANTITE	PRIX UNITAIRE	COUT TOTAL
FOURNITURES G.C (Génie Civil)	Décapant PVC bte 1Kg	U		3 917	3 917
	Fil nylon diamètre 3 mm	U		66	66
	Grillage avertisseur plast vert	U		138	138
	Peigne double 5 tuyaux D45 mm	U		535	535
	Peigne double 5 tuyaux D80 mm	U		1 107	1 107
	Peigne simple 5 tuyaux D45 mm	U		392	392
	Peigne simple 5 tuyaux D80 mm	U		881	881
	Ruban adhésif maintien PVC	U		568	568
	Trappe fonte L3T	U		84 783	84 783
	Tuyau PVC 6m D42/45mm	U	4 910	1 970	9 672 700
	Tuyau PVC 6m D75/80mm	U		5 763	5 763
TRAVAUX DE G.C (Génie Civil)	Construction de canalisation allégée				
	3 Tuyaux D75/80 + 4 tuyaux D42/45mm	ML		3 230	3 230
	5 Tuyaux D42/45mm	ML		2 975	2 975
	4 Tuyaux D42/45mm	ML		2 210	2 210
	3 Tuyaux D42/45mm	ML		1 700	1 700
	2 Tuyaux D42/45mm	ML		1 233	1 233
	Construction de chambre				
	L3T	U	8	143 438	1 147 504
	Confectin de masque sur chambre existante				
	Jusqu'à 4 alvéoles	Masque		21 250	21 250
	De 5 à 10 alvéoles	Masque		59 500	59 500
	Plus de 10 alvéoles	Masque		102 000	102 000
	Ouverture de la tranchée 80*40 sol ordinaire	ML		1 700	1 700
	Remblais de la tranchée 80*40 sol ordinaire	ML		800	800
FOURNITURES F.O (Fibre Optique)	Boitier d'épissurage optique 4 sorties	U		88 565	88 565
	Boitier d'épissurage optique 8 sorties	U		579 780	579 780
	Boitier PBI				
	Boitier PDB				
	Boitier PTO				
	Câble L1040 06 F.O	ML		521	521
	Câble L1040 12 F.O	ML	218	565	123 170
	Câble L1040 24 F.O	ML	128	647	82 816
	Tiroir noptique 06 F.O	U		91 363	91 363
	Tiroir noptique 12 F.O	U		209 323	209 323
	Tiroir noptique 24 F.O	U	1	249 019	249 019
TRAVAUX DE CABLES F.O (Fibre Optique)	Construction de G.C, Pose et Tirage de câble F.O				
	Pose en pleine terre				
	Pose de deux tuyaux PVC 42/45 type allégé à 80cm de profondeur	ML		1 633	1 633
	Tirage d'un câble de 1 à 12 F.O				
	Pose d'un tuyau PEHD à 110cm de profondeur	ML		1 800	1 800
	Tirage d'un câble de 1 à 12 F.O				
	Pose d'un tuyau PEHD à 110cm de profondeur	ML		1 900	1 900
	Tirage d'un câble de 18 à 48 F.O				
	Pose d'un tuyau PVC 42/45 type allégé à 80cm	ML		1 378	1 378
	Tirage d'un câble de 1 à 12 F.O				
	Pose d'un tuyau PVC 42/45 type allégé à 80cm	ML		1 478	1 478
	Tirage d'un câble de 18 à 48 F.O				
	Tirage de câble F.O en conduite				
	De 1 à 6 F.O y compris la protection et la fixation du câble dans les chambres de passage	ML		300	300
	De 12 à 18 F.O y compris la protection et la fixation du câble dans les chambres de passage	ML	218	400	400
	De 24 à 36 F.O y compris la protection et la fixation du câble dans les chambres de passage	ML	128	500	500
RACCORDEMENT ET MESURE DE F.O (Fibre Optique)	Travaux de raccordement de câble F.O				
	06-F.O	U		175 000	175 000
	12-F.O	U		260 000	260 000
	24-F.O	U		432 000	432 000
	Pose et raccordement de têtes de câble F.O				
	6-F.O	U		175 000	175 000
	12-F.O	U		260 000	260 000
	24-F.O	U	1	432 000	432 000
COUT TOTAL DU PROJET EN FRANC CFA					14 282 898

FTTH



CONCLUSION

La conception d'un réseau en fibre optique se réalise en complément des réseaux existants (réseau téléphonique classique et le réseau câblé) sans les modifier. Celle-ci nécessite une étude minutieuse dont il faut en comprendre le fondement. Ainsi nous avons abordé l'étude de ce projet en présentant le réseau existant : le réseau de cuivre. Nous avons ensuite établi l'architecture du réseau FTTH et les plans d'installation, en faisant des enquêtes auprès des personnes connaissant ce domaine. A cet effet, l'installation souterraine de la fibre optique jusqu'au domicile de l'abonné entraîne la mise en place des conduits et de grands travaux de Génie Civil qui augmentent le coût global du projet. Pour finir nous avons évalué les coûts de la réalisation du raccordement de l'immeuble de L'Îlot 8 –Lot 12 et le coût global dudit projet.

Le réseau FTTH (pour Fiber to the Home) correspondant au déploiement de la fibre optique jusque dans les logements des utilisateurs permet de bénéficier de tous les avantages techniques de la fibre sur l'intégralité du réseau jusqu'à l'abonné. Notamment des débits de meilleure qualité, un accès ultrarapide à Internet et d'offres multiservices (offres « Triple Play ») dans des conditions les plus confortables qu'avec les réseaux actuel. Tous ceux-ci offrent aux réseaux en fibre optique une place très importante en termes d'évaluation de la qualité de service (QoS). Mais sa mise en place demande un investissement **très onéreux**; ce qui oblige donc à ne pas se désintéresser du réseau local existant (réseau cuivre) même s'il est souvent limité à travers sa technologie de boucle locale : ADSL.

FTTH

WEBOGRAPHIE / BIBLIOGRAPHIE

- [1] I. Joindot and M. Joindot, « Les Télécommunications par Fibre Optique ». Collection Technique et Scientifique des Télécommunications .Dunod, 1996.
- [2] Transmission des Télécommunications – Partie 2 –Chapitre 5 –Gérard Hincelin –
Electronique B8.2003
- [3] <http://www.iut-lannion.fr/LEMEN/MPDOC/NTPF2/SERIE2/fibrpres.htm>
- [4] <http://www.htrr.ups-tlse.fr/pedagogie/cours/fibre/fotheori.htm>
- [5] <http://www.infocellar.com/networks/standards/ethernet.htm>
- [6] G.P.Agrawal. « Fiber-Optic Communication System ». Wiley, 1992
- [7] John Crisp, « introduction to Fiber optics », 1996, 2001, PDF
- [8] Schémas complémentaires sur les déploiements FTTH : www.arcep.fr/fileadmin/reprise/dossiers/fibre/ftth-schemas-ref-terminologie.pdf
- [9] www.telecom-infoconso.fr
- [10] Guide pratique de pose de fourreaux pour le Très Haut Débit – v22.12.2009

LEXIQUE

- **LOVAGE** ou **Love** : Boucle de câble servant de réserve en cas de réintervention.
- **LA NORME NFP 98-331** : Norme relative à la réalisation des tranchées de faible longueur.
- **MANCHON** : Désigne d'une façon générale une pièce de protection mécanique.
- **dB (Décibel)** : Unité logarithmique (base 10) d'un rapport. Utilisée pour caractériser l'atténuation optique.
- **AFFAIBLISSEMENT** : «A» c'est la différence de puissance du signal lumineux entre deux points (connecteurs, épissures, défauts, longueur de fibre). L'affaiblissement est exprimé en dB et calculé selon l'équation : $A = 10 \log (P \text{ entrée (ou } P_1) / P \text{ sortie (} P_0))$.
- **COUPLAGE (Coupling)** : Opération consistant à récupérer un maximum de l'énergie lumineuse en sortie d'une fibre ou d'un composant d'émission dans une autre fibre ou dans un composant de réception.
- **UIT-T (ex CCITT)** : Union Internationale des Télécommunications - Organisme international chargé de préconiser les principes d'interconnexion d'équipements de télécommunications.
- **PLAN ITINERAIRE / PLAN DE PIQUETAGE** : Dossier décrivant le(s) chemin(s) de câble(s) tout le long d'une artère, définissant l'emplacement des joints ; extrémités et points remarquables de l'artère, et servant à calculer les différentes longueurs unitaires de câbles nécessaires.
- **EPISSURAGE** : C'est le fait de réunir deux cordages ou deux câbles ou de deux câbles entrelaçant les torons qui les composent.

SIGLES ET ABREVIATIONS

FTTH :	Fiber To The Home
BMX :	Boitier Multi-Service
RP1 :	Raccordement Protection Une (1) paire)
HD :	Haute Définition
TVHD :	Télévision Haute Définition
ADSL :	Asymmetric Digital Subscriber Line
BDP ou BPI :	Point De Branchement
PtP :	Liaison Point à Point
PmP :	Point Multi Point
PON :	Passive Optical Network
GPON :	Gigabit Passive Optical Network
QoS :	Qualité de Service
PEHD :	Polyéthylène Haute Densité
PVC:	PolyChlorure de Vinyle
PR :	Point de Raccordement
DSLAM :	Digital Subscriber Line Access Multiplexer
NRA :	Nœud de Raccordement d'Abonné