

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE M'HAMED BOUGARA-BOUMERDES



Faculté de Technologie

Département Ingénierie des Systèmes Electriques

Mémoire de Master

Présenté par

IKHARBINE Koussaila & KHIREDDINE Manel

Filière : Télécommunications

Spécialité : Réseaux et Télécommunications

**Contribution à l'étude de la fibre optique d'Algérie
Telecom au niveau de la wilaya de Boumerdes**

Soutenu le 11/07/2024 devant le jury :

AMMAR	M'Hamed	Pr	UMBB	Président
MESSAOUDI	Noureddine	Pr	UMBB	Examineur
RAHMOUNE	Fayçal	Pr	UMBB	Encadrant
MAHLOU	Abderrazak	ING	AT	Co-encadrant

Année Universitaire : 2023/2024

Résumé

Cet ouvrage est un recueil d'informations sur la technologie de la fibre optique et les réseaux FTTH (Fiber to the Home). Il décrit les types de fibres, monomodes et multimodes, et analyse les composants clés des réseaux FTTH, comme les OLT et les ONT.

Une comparaison entre l'approche traditionnelle et la méthode Fast-Connect montre les avantages et les inconvénients de chaque approche pour optimiser le déploiement de la fibre optique. Cette recherche est enrichie par une expérience pratique acquise lors d'un stage chez Algérie Télécom à Boumerdes.

Mot cle : FTTH : Fibre au foyer ,OLT: Terminal de Ligne Optique,ONT: Terminal de Réseau Optique

Abstract

This work is a collection of information on fiber optic technology and FTTH (Fiber to the Home) networks. It describes the types of fibers, single-mode and multimode, and analyzes the key components of FTTH networks, such as OLTs and ONTs.

A comparison between the traditional approach and the Fast-Connect method shows the advantages and disadvantages of each approach to optimize the deployment of fiber optics. This research is enriched by practical experience acquired during an internship at Algérie Télécom in Boumerdes.

Keywords: FTTH: Fiber to the Home,OLT:Optical Line Terminal,ONT:Optical Network Terminal

ملخص

هذا العمل عبارة عن مجموعة من المعلومات حول تكنولوجيا الألياف الضوئية وشبكات FTTH (Fiber to the Home). ويصف أنواع الألياف، أحادية الوضع ومتعددة الأوضاع، ويصف المكونات الرئيسية لشبكات FTTH، مثل OLT و ONT. توضح المقارنة بين الطريقة التقليدية وطريقة Fast-Connect مزايا و عيوب كل طريقة لتحسين نشر الألياف الضوئية. تم إثراء هذا البحث بالخبرة العملية المكتسبة خلال فترة التدريب في اتصالات الجزائر في بومرداس.

الكلمات الدالة: OLT:محطة خط بصري، FTTH،الألياف إلى المنزل : ONT :محطة شبكة بصرية

Remerciement

Nous tenons particulièrement à remercier ALLAH le Tout Miséricordieux, le Tout Puissant, le Tout Clément qui a récompensé nos prières, qui nous a donné la force et le courage pour terminer nos études et à élaborer ce modeste travail.

Ce mémoire n'aurait jamais été réalisé sans Sa Bénédiction

Nous remercions notre chef de département monsieur MESSAOUDI Noureddine pour son soutien indéfectible et ses précieux conseils durant notre parcours universitaire.

Nous remercions notre encadreur, monsieur RAHMOUNE Fayçal pour son aide consistante, pour l'intéressante documentation qu'il a mis à notre disposition, ses conseils judicieux, ses encouragements et pour ses remarques objectives. Qui a suivi de très près notre mémoire afin qu'il soit réalisé à terme,

Nous remercions sincèrement les membres de jury pour le temps qu'ils ont consacré à la lecture et à l'évaluation de notre travail.

Nous exprimons également notre gratitude à tous les professeurs et enseignants qui ont collaboré à notre formation dès le début de notre cycle d'étude jusqu'à la fin.

Nous adressons nos remerciements les plus distinguées à nos chers parents et familles, les plus sincères et les plus profonds en reconnaissance de leurs sacrifices, aides, soutien et encouragement afin de nous assurer cette formation dans les meilleures conditions .Nos remerciements à tous les personnels Algérie –télécom (BOUMERDES) pour le stage et leurs conseils spécialement monsieur MAHLOU Abderrazak.

Dédicace

Je dédie ce travail, comme preuve de respect, de gratitude, et de reconnaissance à :

A mes très chers parents, pour son affectation, sa patience, ses prières et leurs sacrifices qu'ils ont endurés. Que Dieu le tout puissant les gardes et les protèges.

A moi-même, pour avoir enduré et surpassé les obstacles durant mon parcours.

A tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

MANEL

Dédicace

J'aimerais dédier ce mémoire à diverses personnes pour leur soutien et leur encouragement tout au long de mon parcours universitaire.

À ma mère

Pour son amour sans limite, ses efforts et ses précieux conseils. Ton engagement et ta patience m'ont encouragé à continuer et à réaliser mes aspirations.

À mon père

En reconnaissance de sa sagesse. Tu m'as enseigné l'importance du travail acharné et de la persévérance. Ton exemple m'a encouragé à mettre tout en œuvre et à ne jamais renoncer.

À ma famille

À ma sœur et mon petit frère et tous les membres de ma famille, Chaque personne a apporté sa contribution à mon succès grâce à sa présence et à ses paroles bienveillantes. Je vous remercie de me soutenir à chaque étape de cette aventure.

À mes amis

Pour leur précieuse assistance, leur soutien moral et leur véritable amitié. Pendant les périodes de doute et de stress, vous avez été présent pour moi en me fournissant des mots réconfortants et une assistance précieuse

À tous

Je tiens à vous exprimer ma reconnaissance la plus sincère. Je vous remercie d'avoir été là pour moi et d'avoir participé à ma réussite.

KOUSAILA

Sommaire

Introduction générale.....	1
Chapitre I : Généralités sur la fibre optique	3
Introduction	4
I- La fibre optique	4
I.1-Definition.....	4
I.2-Structure de la fibre	5
I.3-Type de fibre optique.....	5
I.3.1-Fibres monomodes (monomode).....	5
I.3.2-Fibres multimodes (multimode.....	6
I.4-Comparaison entre fibres monomodes et multi-modes	7
I.5-Principe de Propagation dans la Fibre Optique	8
I.5.1-Loi de Snell-Descartes.....	8
I.5.2-Réflexion Totale Interne	8
I.6-Caractéristiques des Fibres Optiques.....	9
I.6.1- Ouverture Numérique (NA).....	9
I.6.2- Fréquence Normalisée (V).....	9
I.6.3- Atténuation	10
I.6.4-Dispersion.....	10
I.6.5-Capacité de Bande Passante	11
I.6.6-Indices de Réfraction	11
I.6.7-Rayon de Courbure Minimal	12
I.6.8-Résistance aux Interférences Électromagnétiques.....	12
I.6.9-Les effets non linéaires	12
I.7-Réseau d'Acheminement par fibre optique	13
I.8-Architecture d'une liaison optique	13
I.8.1-Émetteur Optique.....	13

I.8.2-Récepteurs optique	15
Conclusion.....	15
Chapitre II :	
Les réseaux en fibre optique.....	16
Introduction	17
II.1- Réseau optique	17
II.2-Réseau d'accès optique	17
II.2.1-FTTC (Fibre jusqu'au trottoir).....	18
II.2.2-FTTB (Fiber to the building).....	19
II.2.3-FTTH (Fibre jusqu'au domicile).....	19
II.3-Architecture du réseau FTTH.....	20
II.3.1-Architecture point à point :.....	20
II.3.2-architecture point à multipoint	21
II.3.3-Critères De Choix.....	21
II.4- Chemin de la fibre dans le réseau d'accès FTTH.....	22
II.4.1- La partie de transport.....	22
II.4.2- La partie de distribution	22
II.4.3- La partie de branchement est relativement simple	22
II.5-Différents Composants d'un réseau optique	23
II.5.1-OLT (Optical Line Terminal).....	24
II.5.2-NRO nœud de raccordement optique (ODF)	24
II.5.3- SRO sous répartiteur optique (FDT)	25
II.5.4- PBO point de branchement optique (FAT)	26
II.5.4- Prise Terminal Optique (POT)	26
II.5.5- Modem Optique (ONT) Optical Network Terminal	27
II.5.6- Les coupleurs(Splitter)	27
II.6-L'étude d'installation de FTTH.....	28

CHAPITRE III : COMPARAISON EN TRE METHODE TRADITIONNEL ET FAST-CONNECT LORS DE LA MISE EN PLACE DE FTTH	29
Introduction	30
III.1 Etude traditionnelle	30
III.1.1 Définition de la méthode traditionnelle	30
III.1.2-Étapes du déploiement traditionnel de la fibre optique.....	30
III.1.2.1-Planification et Étude Préalable	30
III.1.2.2 Travaux de Génie Civil	32
III.1.2.3 Pose de la Fibre Optique	34
III.1.2.4 -Raccordements et Soudures	35
III.1.2.5 -Tests et Mise en Service.....	35
III.1.3-Etude de cas du site Ouled Belhadi par la méthode traditionnelle.....	37
III.1.3.1- APS (Avant-Projet Sommaire) pour la mise en place de FTTH.....	37
III.1.3.2- Localisation de site.....	38
III.1.3.3- Avant-projet détaillée(APD)	39
III.1.4 -Avantages de la Méthode Traditionnelle	46
III.2 -Méthode Fast-Connect	48
III.2.1- Pré-connecté.....	48
III.2.2 -Techniques de déploiement simplifiées	49
III.2.2.1 Technologies plug-and-Play.....	49
III.2.3-Principe de raccordement optique dans la méthode Fast-Connect	50
III.2.4-Realisation d une etude avant projet detaille sur site Ouled Blhadi (Hamadi)par la methode Fast-Connect.....	51
III.2.5-Comparaison et Analyse	58
Conclusion.....	59
Conclusion générale	60
Bibliographie :.....	60
ANNEXE	60

Liste des figures

Figure I. 1: Fibre optique.....	5
Figure I. 2: Fibre monomode.....	6
Figure I. 3: Fibre multimode à saut d'indice.....	6
Figure I. 4: Fibre multimode à gradient d'indice.....	7
Figure I. 5: déférentes causes d atténuations.....	10
Figure I. 6: Dispersion chromatique.....	11
Figure I. 7: Dispersion modale.....	11
Figure I. 8: schéma synoptique d'un système de transmission optique.....	13
Figure II. 1: Les différentes technologies FTTX.....	18
Figure II. 2: Structure d'un réseau FTTC.....	18
Figure II. 3: Structure d'un réseau FTTB.....	19
Figure II. 4: Structure d'un réseau FTTH].....	19
Figure II. 5: architecture point à point (P2P).....	20
Figure II. 6: Architecture point-multipoint.....	21
Figure II. 7: chemin de la fibre.....	22
Figure II. 8: composants passifs du réseau FTT.....	23
Figure II. 9: OLT (Optical Line Terminal).....	24
Figure II. 10: Equipement ODF (Optical distribution frame).....	25
Figure II. 11: FDT (Fiber Distribution Terminal).....	26
Figure II. 12: FAT (Fiber Access Terminal).....	26
Figure II. 13 POT (Prise Terminal Optique).....	27
Figure II. 14: ONT (Optical Network Terminal).....	27
Figure II. 15 :Splitter optique.....	28
Figure III. 1 : legend de schema de cable.....	31
Figure III. 2: ODTR [27].....	36
Figure III. 3: Schéma Directeur d'équipements Actif.....	38
Figure III. 4 :localisation de site par Google Earth.....	38
Figure III. 5 : Plan Schémas des Câbles FO Partie Transport.....	40
Figure III. 6 :Plan schéma de Câble partie distribution.....	41

Figure III. 7 :Plan schéma de canalisation.	43
Figure III. 8 :Dimensionnement du câble en Distribution D1.....	43
Figure III. 9 :dimensionnement du câble FO pour distribution D2.....	44
Figure III. 10 :calcul de budget optique	45
Figure III. 11 :tableau zone d'influence (méthode traditionnelle)	46
Figure III. 12 : 2câbles prèconnectés utilise dans la méthode Fast-connect	48
Figure III. 13 :SRO (Plug and Play)[28]	49
Figure III. 14 : les types de PBO (plug and play)	50
Figure III. 15 :raccordement optique par l'approche fast-connect]	50
Figure III. 16 : schéma de Câble partie transport par methode Fast-Connect.....	52
Figure III. 17 :schéma de Câble partie distribution par methode Fast-Connect.	53
Figure III. 18 :Dimensionnement des cables FO « Partie Transport » par methode Fast-Connec	54
Figure III. 19 :Dimensionnement des cables FO « Partie distribution » par methode Fast-Connect	55
Figure III. 20 :Calcul de budget optique de la liaison optique pré connecté.....	56
Figure III. 21 :Tableau zone d'influence (méthode fast-connect).....	57

Listes de tableaux

Tableau I-1 comparaison entre monomode et multimodes	7
Tableau I-2 les effets non lineaires.	12

Listes des abréviations

- A

- **A-PON: ATM Passive Optical Network**
- **APD : Avant-Projet Détaillé**
- **APS: Avant-Projet Sommaire**
- **ATB: Adressa Translation Buffer**

- B

- **B-PON: Broadband Passive Optical Network**

- C

- **CMP: Centre de Maintenance et Production**

- D

- **DL: Diode Laser**
- **DWDM: Dense Wavelength Division Multiplexing**

- F

- **FAT: Fiber Access Terminal**
- **FDT: Fiber Distribution Terminal**
- **FO: Fiber Optique**
- **FTTB: Fibre to the Building**
- **FTTC: Fibre to the Curb**
- **FTTH: Fibre to the Home**

- N

- **NA : Numerical Aperture (Ouverture Numérique)**

- O

- **ODF: Optical Distribution Frame (Cadre de Distribution Optique)**
- **OLT: Optical Line Terminal (Terminal de Ligne Optique)**

- **ONT : Optical Network Terminal (Terminal de Réseau Optique)**

- **OTDR : Optical Time-Domain Reflectometer (Réflectomètre Optique Temporel)**

- P

- **PBO : Point de Branchement Optique**
- **POT: Prise Terminal Optique**

- S

- **SRO : Sous Répartiteur Optique**

- V

- **V: V-number or Normalized Frequency (Fréquence Normalisée)**



Introduction générale

Introduction Générale

À l'ère de la technologie moderne, le secteur des télécommunications est devenu extrêmement important pour permettre la communication et le transfert de connaissances dans les sociétés modernes. Il est également considéré comme un moteur fondamental du développement économique et social en raison de son impact sur plusieurs aspects de la vie des individus et des institutions.

Avec le recours croissant aux applications Internet et aux technologies de pointe telles que la réalité virtuelle et la réalité augmentée, la nécessité de transférer des quantités massives de données devient plus importante que jamais. Cela est devenu possible avec l'avènement de la technologie de la fibre optique qui a permis de transférer d'énormes quantités de données de manière rapide et efficace grâce à sa capacité à transmettre des données via la lumière.

De ce fait, la plupart des entreprises de télécommunications du monde entier ont réorganisé leur infrastructure de réseau filaire et l'ont remplacée par de la fibre optique pour connecter les foyers à travers des liaisons haut débit FTTH.

On distingue plusieurs techniques pour amener la fibre optique jusqu'à l'abonné, la plupart des systèmes d'accès optique déployés aujourd'hui sont basés sur les technologies Gigabit PON (GPON) qui font partie des dernières technologies utilisées dans les systèmes à fibre optique modernes. Elle est basée sur le concept de réseau optique passif (PON), qui permet de transmettre des données à grande vitesse sur des fibres optiques vers plusieurs utilisateurs sans qu'il soit nécessaire d'attribuer des fibres à chaque utilisateur séparément.[18]

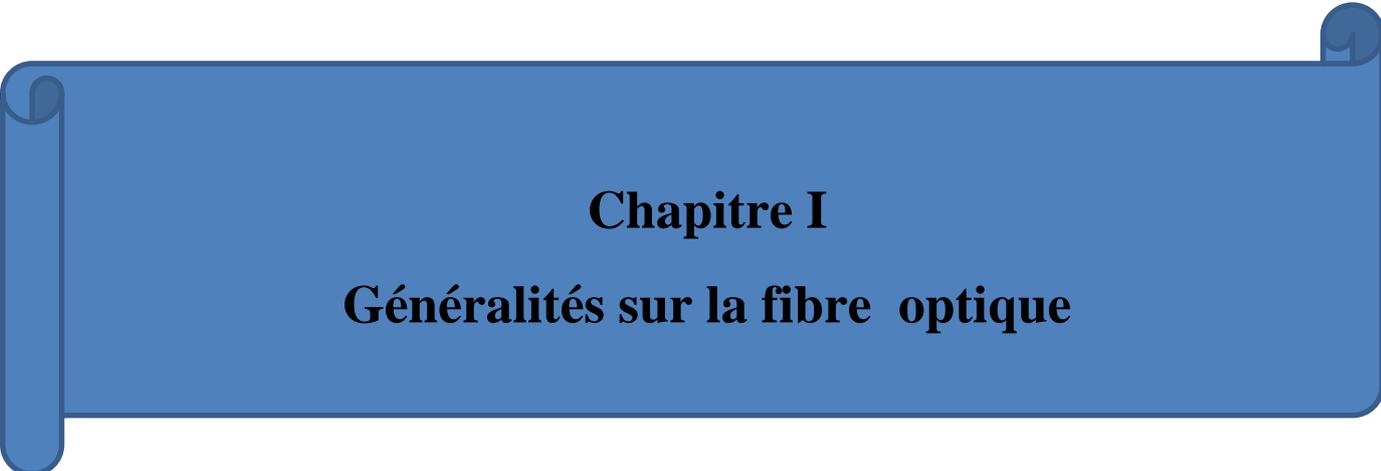
Notre objectif à travers ce projet est d'étudier un réseau de transmission à très haut débit FTTH, notre travail est organisé selon trois chapitres :

Chapitre 01 : Généralités sur la fibre optique : dans ce chapitre on établira les bases théoriques et conceptuelles du FTTH, Ensuite nous allons décrire le système de transmission sur une fibre optique, dont lequel nous citerons les différents composants qui interviennent dans ce type de liaison.

Chapitre 02 : Les réseaux en fibre optique : Ce chapitre fournira une compréhension approfondie sur les réseaux optiques et les équipements spécifiques utilisés dans les réseaux FTTH

Introduction Générale

Chapitre 3 : Comparaison entre étude traditionnelle et Fast-Connect : Ce chapitre pourrait être adapté pour inclure une section spécifique sur la comparaison entre la technologies traditionnelle et Fast-Connect grâce au stage pratique que nous avons reçue au niveau Algérie Télécom à Boumerdes et nous terminerons le travail par une conclusion.



Chapitre I
Généralités sur la fibre optique

Introduction

La technologie de la fibre optique représente l'une des innovations technologiques les plus importantes dans le domaine de la transmission de données et des communications, elle repose sur l'utilisation de la lumière pour transmettre des données à travers de fines fibres de verre, ce qui leur permet d'atteindre des vitesses de transfert de données très élevées par rapport aux technologies traditionnelles, en plus de sa résistance aux interférences électromagnétiques et aux interférences de signaux, ce qui la rend utilisée dans de nombreuses applications, tels que les réseaux de communication et les industries médicales et scientifiques.

Dans ce chapitre, nous allons explorer en détail la technologie de la fibre optique, en commençant par sa définition, sa composition et ses effets sur la transmission des données. Ensuite, nous passerons en revue les différents composants d'un système de transmission optique, notamment son interface d'émission et de réception, ainsi que les types de sources de transmission et de réception les plus couramment utilisés.

I- La fibre optique

I.1-Definition

La fibre optique est un fil en verre très fin qui a la propriété de conduire la lumière et sert pour la transmission de données numériques. Elle offre un débit d'information nettement supérieur à celui des câbles coaxiaux et peut servir de support à un réseau large bande, son fonctionnement est basé sur des réflexions totales du corps, où la lumière est dirigée à l'intérieur de la fibre avec une influence extérieure, permettant d'interdire les rayons divergents.

Les fibres optiques sont largement utilisées dans les réseaux de communication, les systèmes Internet, les réseaux internes des bâtiments, les systèmes d'éclairage et les applications médicales grâce à leur grande capacité de transmission par rapport aux câbles métalliques traditionnels. [1]

I.2-Structure de la fibre

Une fibre est un guide d'onde cylindrique et diélectrique qui est composée de trois cylindres :

Cœur (âme) : c'est la partie centrale de la fibre optique fabriqué à base de silice qui transporte et permet la lumière de rester à l'intérieur du cœur et de ne pas s'échapper du fait que son indice de réfraction est supérieur à celui des matériaux environnants.

Gaine optique : La gaine entoure le noyau et est généralement constituée d'un matériau ayant un indice de réfraction plus faible. Cela permet à la lumière d'être entièrement réfléchié dans le noyau et dirigée efficacement sans fuite.

Enveloppe (gaine plastique) : Son rôle est d'assurer la protection mécanique et environnementale de la fibre optique. Ils peuvent être constitués de différents matériaux comme le plastique et fibre de renfort, qui protège les fibres des fissures, de l'humidité et de la corrosion. [2]

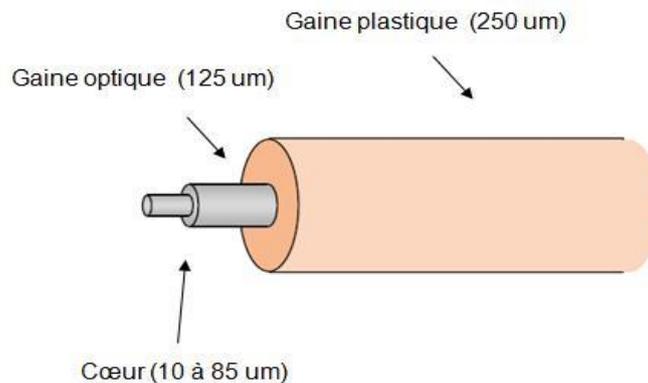


Figure I. 1: Fibre optique. [3]

I.3-Type de fibre optique

Il existe différents types de fibres optiques, principalement classés en fonction de la façon dont la lumière se propage à travers elles et de leurs applications spécifiques, les plus courants sont :

I.3.1-Fibres monomodes (monomode) : Aussi appelées fibres à mode unique, ces fibres permettent à la lumière de se propager dans une seule direction ou un seul mode. Elles offrent un haut débit et sont utilisées principalement dans les réseaux à longue distance, tels que les réseaux de télécommunications à grande échelle. [4]

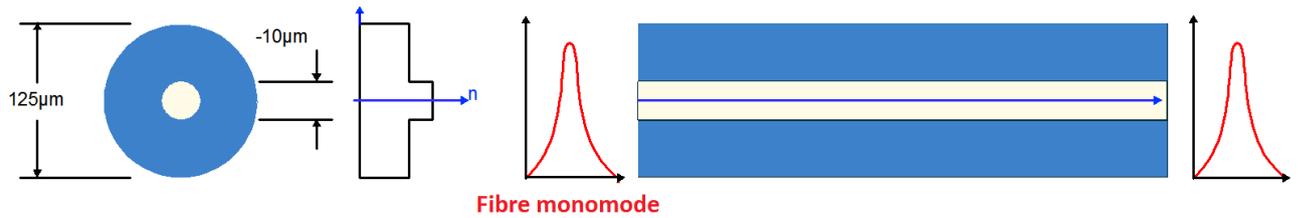


Figure I. 2: Fibre monomode.[5]

I.3.2-Fibres multimodes (multimode) : Ces fibres permettent à la lumière de se propager le long de plusieurs chemins ou modes. Elles sont souvent utilisées dans les réseaux locaux (LAN), les systèmes de surveillance et les liaisons à courte distance en raison de leur coût relativement bas et de leur facilité de connexion. [4]

I.3.2.1-Fibre multimode à saut d'indice (Step-Index Multimode Fiber)

- ✚ **Structure :** Possède un cœur avec un indice de réfraction constant entouré d'une gaine avec un indice de réfraction inférieur.
- ✚ **Diamètre :** Le diamètre du cœur varie typiquement entre 50 μm et 200 μm, et celui de la gaine est généralement de 125 μm.
- ✚ **Utilisation :** Utilisée pour des communications à courte distance, comme dans les réseaux locaux (LAN) et les systèmes d'éclairage optique.
- ✚ **Longueur d'onde :** Fonctionne généralement avec des longueurs d'onde de 850 nm et 1300 nm. [4] [5]

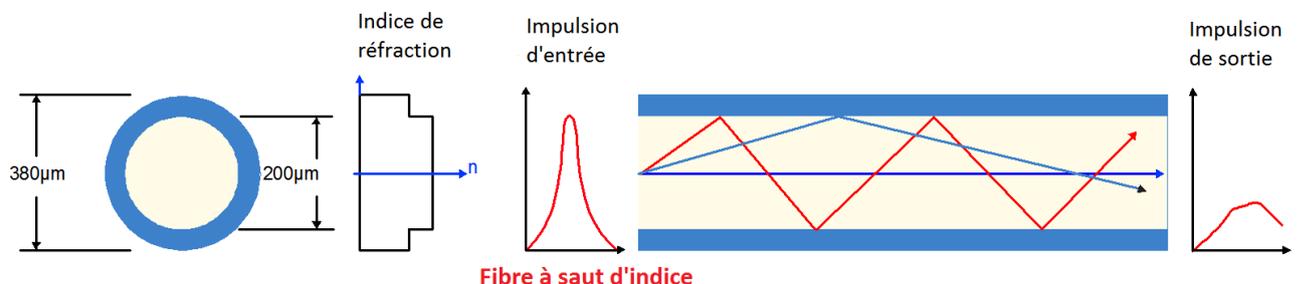


Figure I. 3: Fibre multimode à saut d'indice. [5]

I.3.2.2-Fibre multimode à gradient d'indice (Graded-Index Multimode Fiber)

- ✚ **Structure** : Possède un cœur dont l'indice de réfraction décroît graduellement du centre vers la périphérie, réduisant ainsi la dispersion modale.
- ✚ **Diamètre** : Le diamètre du cœur varie typiquement entre 50 μm et 85 μm , et celui de la gaine est généralement de 125 μm .
- ✚ **Utilisation** : Utilisée pour des communications à moyenne distance avec des performances meilleures que les fibres multimodes à saut d'indice, comme dans les réseaux métropolitains et les liaisons inter-bâtiments.
- ✚ **Longueur d'onde** : Fonctionne généralement avec des longueurs d'onde de 850 nm et 1300 nm. [4][5]

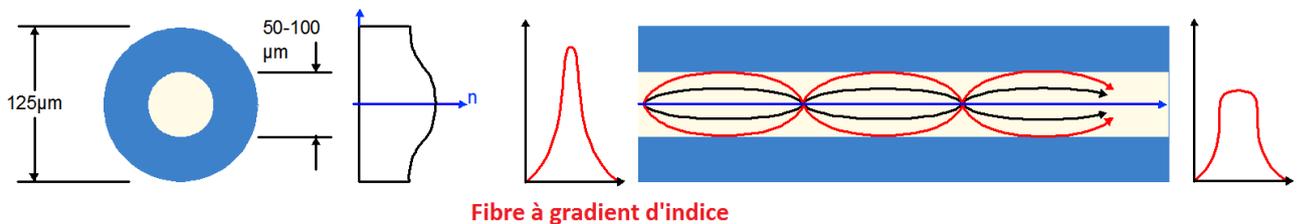


Figure I. 4: Fibre multimode à gradient d'indice. [5]

I.4-Comparaison entre fibres monomodes et multi-modes

Table 0-1 comparaison entre monomode et multimodes [4][5][6]

Caractéristique	Fibre Monomode	Fibre Multimode
Diamètre du cœur	8 à 10 μm	50 à 200 μm
Diamètre de la gaine	125 μm	125 μm
Indice de refraction	Différence moins marquée entre cœur et gaine	Différence marquée entre cœur et gaine
Type de propagation	Mode unique	Multiplés modes
Dispersion	Très faible dispersion modale	Dispersion modale significative
Distance de transmission	Longue distance	Courte à moyenne distance
Débit de données	Très élevé	Moins élevé comparé à la monomode
Applications	Réseaux longue distance, télécommunications	Réseaux locaux (LAN), centres de données
Coût des équipements	Plus coûteux	Moins coûteux
Sources de lumière	Laser	LED ou laser
Longueur d'onde	1310 nm, 1550 nm	850 nm, 1300 nm

Couplage de la lumière	Plus difficile (nécessite une précision élevée)	Plus facile (moins de précision nécessaire)
Atténuation	Plus faible (moins de perte de signal) Max= 0,38 dB /km	Plus élevée (plus de perte de signal) Max =3 dB/km
Avantages	Haute capacité, faible perte sur de longues distances	Installation et alignement plus simples, coûts inférieurs
Inconvénients	Coût initial plus élevé, complexité de l'installation	Limitée par la dispersion modale, moindre capacité sur de longues distances

I.5-Principe de Propagation dans la Fibre Optique

La propagation de la lumière dans la fibre optique repose sur le principe de la réflexion totale interne à l'interface entre le cœur et la gaine de la fibre, qui possèdent des indices de réfraction différents.

I.5.1-Loi de Snell-Descartes

Cette loi décrit la relation entre l'angle d'incidence et l'angle de réfraction lorsqu'un rayon lumineux passe d'un milieu à un autre ayant des indices de réfraction différents. Cette loi est formulée comme suit :

$$n_1 \sin(\theta_1) = n_2 \sin(\theta_2) \dots\dots\dots(1)$$

Où :

- n_1 est l'indice de réfraction du milieu incident (le cœur de la fibre optique).
- n_2 est l'indice de réfraction du milieu réfracté (la gaine de la fibre optique).
- θ_1 est l'angle d'incidence de la lumière par rapport à la normale à la surface d'interface.
- θ_2 est l'angle de réfraction de la lumière dans le second milieu. [7]

I.5.2-Réflexion Totale Interne

Pour que la lumière soit confinée dans le cœur de la fibre optique, l'indice de réfraction du cœur (n_1) doit être supérieur à celui de la gaine (n_2). Lorsque la lumière voyage à l'intérieur du cœur et atteint l'interface cœur-gaine à un angle d'incidence (θ_1) supérieur à un certain angle critique (θ_c), elle subit une réflexion totale interne. L'angle critique est déterminé par :

$$\sin(\theta_c) = \frac{n_2}{n_1} \dots\dots\dots (2)$$

Où :

- θ_c est l'angle critique.

Pour les angles d'incidence (θ_1) supérieurs à l'angle critique (θ_c), la lumière ne passe pas dans la gaine mais est totalement réfléchi dans le cœur. Ce phénomène de réflexion totale interne assure que la lumière reste confinée dans le cœur de la fibre optique, permettant ainsi une transmission efficace sur de longues distances sans perte significative.

Conditions pour la Réflexion Totale Interne

- ✚ **Indice de Réfraction** : Le cœur doit avoir un indice de réfraction plus élevé que celui de la gaine ($n_1 > n_2$).
- ✚ **Angle d'Incidence** : L'angle d'incidence de la lumière à l'interface cœur-gaine doit être supérieur à l'angle critique ($\theta_1 > \theta_c$). [8]

I.6- Caractéristiques des Fibres Optiques

Les fibres optiques sont caractérisées par divers paramètres essentiels pour leur performance et leur utilisation tel que :

I.6.1- Ouverture Numérique (NA)

L'ouverture numérique (NA) est une mesure de la capacité d'une fibre optique à capter la lumière. Elle est définie par :

$$NA = \sqrt{n_1^2 - n_2^2} \dots\dots\dots (3)$$

où :

- n_1 est l'indice de réfraction du noyau de la fibre,
- n_2 est l'indice de réfraction de la gaine de la fibre. [9]

I.6.2- Fréquence Normalisée (V)

La fréquence normalisée V est un paramètre critique pour le guidage de la lumière dans les fibres optiques, notamment pour déterminer le nombre de modes de propagation dans une fibre multimode. Elle est donnée par :

$$\frac{2\pi a}{\lambda} \sqrt{n_1^2 - n_2^2} \dots\dots\dots (4)$$

où :

- a est le rayon du cœur de la fibre.
- λ_0 est la longueur d'onde de la lumière dans le vide.
- n_1 et n_2 sont respectivement les indices de réfraction du cœur et de la gaine de la fibre.

[9]

I.6.3- Atténuation

L'atténuation est la perte de puissance du signal lumineux lorsqu'il se propage dans la fibre. Elle est généralement exprimée en décibels par kilomètre (dB/km). Les principales causes d'atténuation sont l'absorption, la diffusion Rayleigh et les pertes dues aux impuretés et aux défauts dans la fibre.[9][10]

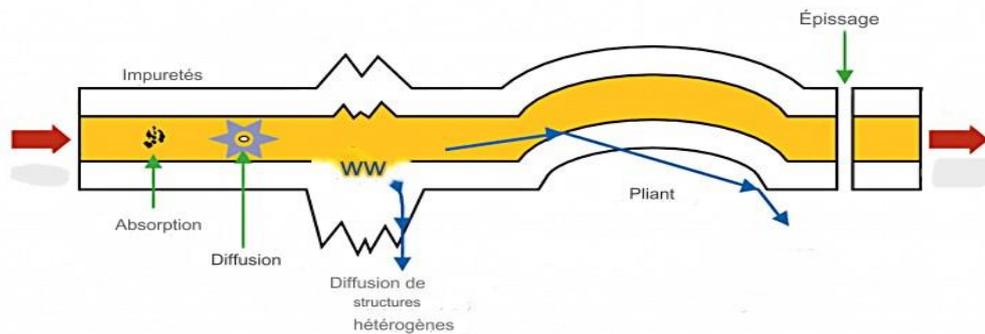


Figure I. 5: différentes causes d'atténuations. [10]

I.6.4-Dispersion

La dispersion est l'élargissement d'un signal lumineux au fur et à mesure qu'il se propage dans la fibre, affectant la qualité du signal et la bande passante. Les principaux types de dispersion sont :

- **Dispersion chromatique** : un phénomène optique dans lequel différents composants spectraux d'une impulsion lumineuse se propagent à des vitesses différentes dans une fibre optique dû à la dépendance de l'indice de réfraction du matériau de la fibre par rapport à la longueur d'onde de la lumière. [9][11]

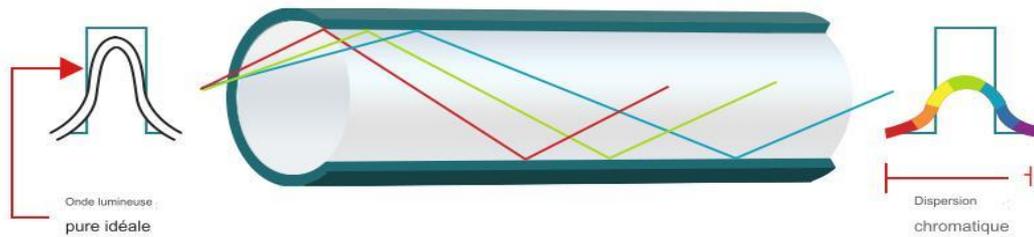


Figure I. 6: Dispersion chromatique.[11]

- **Dispersion modale** : présente dans les fibres multimodes, la dispersion modale est due à la différence de temps de propagation des différents modes lumineux à l'intérieur du cœur de la fibre. [9] [12]

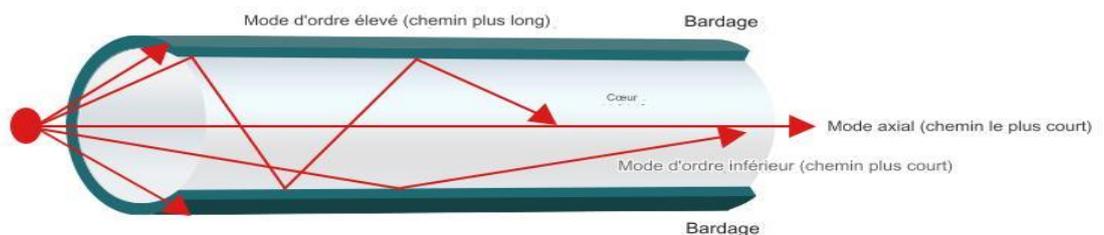


Figure I. 7: Dispersion modale. [12]

I.6.5-Capacité de Bande Passante

La bande passante d'une fibre optique est la gamme de fréquences sur laquelle elle peut transmettre des données sans distorsion significative. Les fibres monomodes ont généralement une bande passante beaucoup plus élevée que les fibres multimodes. [9]

I.6.6-Indices de Réfraction

Les indices de réfraction du cœur (n_c) et de la gaine (n_g) déterminent les conditions de guidage de la lumière dans la fibre. Un contraste élevé entre ces indices permet un meilleur confinement de la lumière dans le cœur. [9]

I.6.7-Rayon de Courbure Minimal

Le rayon de courbure minimal est le plus petit rayon autour duquel une fibre optique peut être pliée sans subir de pertes excessives ou de dommages. Cela est crucial pour l'installation et la maintenance des fibres optiques dans les infrastructures complexes. [9]

I.6.8-Résistance aux Interférences Électromagnétiques

Les fibres optiques transmettent des données sous forme de signaux lumineux. Cette caractéristique les rend insensibles aux interférences électromagnétiques externes. Contrairement aux câbles métalliques traditionnels, qui utilisent des signaux électriques pour transmettre des données. [9]

I.6.9-Les effets non linéaires

Les effets non linéaires se manifestent lorsque l'intensité lumineuse à l'intérieur de la fibre atteint des niveaux suffisamment élevés. Ces effets résultent des interactions entre les photons et le matériau de la fibre, et peuvent affecter la performance des systèmes de communication optique, particulièrement à haute puissance et sur de longues distances. [9]

Table 0-2 les effets non lineaires. [9]

Effet	Description	Causes	Effets sur le Signal
Effet Kerr	Variation de l'indice de réfraction avec l'intensité lumineuse	Intensité lumineuse élevée	Distorsions de phase
Effet Raman	Interaction entre la lumière et les vibrations moléculaires	Intensité lumineuse élevée	Génération de nouvelles longueurs d'onde (scattering Raman stimulé)
Effet Brillouin	Interaction entre la lumière et les ondes acoustiques	Intensité lumineuse élevée	Retour d'énergie lumineuse (scattering Brillouin stimulé)
Mélange Quatre Ondes (FWM)	Interaction entre trois photons pour en créer un quatrième	Intensité lumineuse élevée, fibres longues	Interférences et distorsions de signal
Auto-Modulation de Phase (SPM)	Modification de la phase d'une impulsion par sa propre intensité	Intensité lumineuse élevée	Élargissement spectral de l'impulsion
Modulation Croisée de Phase (XPM)	Modification de la phase d'une impulsion par l'intensité d'une autre impulsion co-propagante	Intensité lumineuse élevée, fibres longues	Distorsions de phase, interférences entre canaux multiplexés

I.7-Réseau d'Acheminement par fibre optique

La transmission par liaison optique débute par la production d'un signal lumineux par une source lumineuse, généralement un laser ou une diode électroluminescente (LED). Ensuite, ce signal est modulé afin de transmettre des informations, ce qui peut être effectué en modifiant l'amplitude, la fréquence ou la phase du signal lumineux. Après avoir été modulé, le signal lumineux passe par une fibre optique de longues distances sans subir de pertes significatives. Un détecteur optique, comme une photodiode, reçoit le signal lumineux et le transforme en un signal électrique à l'autre extrémité de la liaison. Ensuite, ce signal électrique est démodulé afin de récupérer les données initiales.

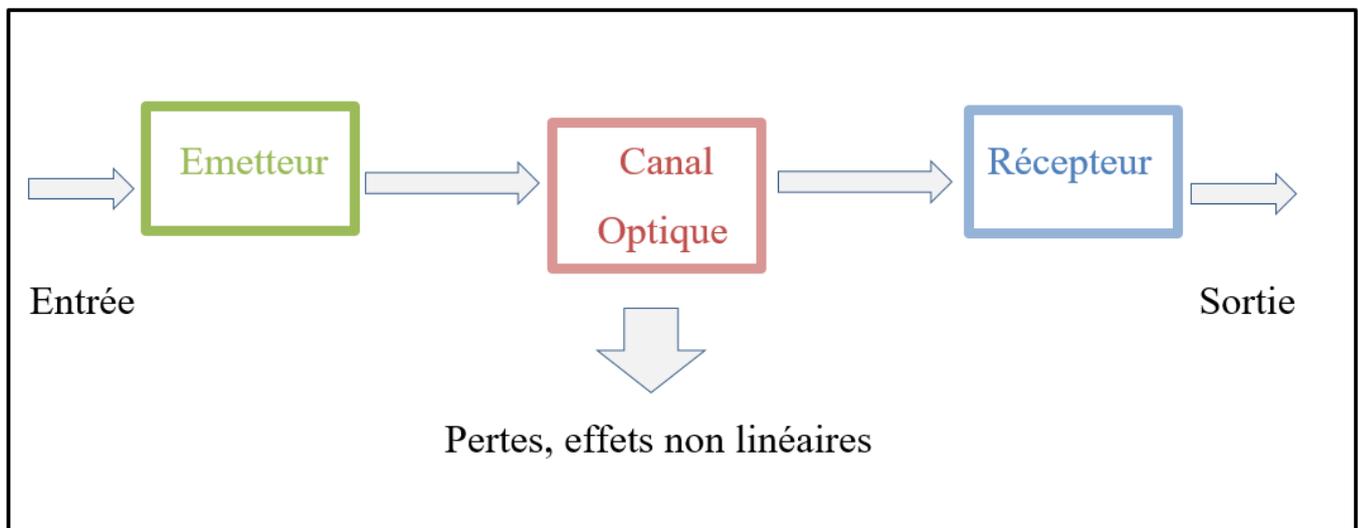


Figure I. 8: schéma synoptique d'un système de transmission optique.

I.8-Architecture d'une liaison optique

Cette technologie repose sur des composants spécifiques et des principes physiques qui permettent une communication rapide et fiable. L'architecture d'une liaison optique se compose de plusieurs éléments clés : l'émetteur optique, la fibre optique, les répéteurs et amplificateurs, le récepteur optique, ainsi que les connecteurs et épissures.

I.8.1-Émetteur Optique

L'émetteur optique est le point de départ de la liaison optique. Il convertit les signaux électriques en signaux lumineux réalisée par une source lumineuse, qui est généralement une diode laser (LD) ou une diode électroluminescente (LED). Un modulateur est également utilisé pour coder les données numériques sur le faisceau lumineux, en modulant des propriétés telles que l'intensité, la fréquence ou la phase de la lumière.

- **Diode laser (LD)**

C'est un composant électronique qui convertit l'énergie électrique en lumière cohérente. Elle est largement utilisée dans les communications optiques en raison de sa capacité à produire un faisceau lumineux très intense et directionnel, idéal pour transmettre des données à haute vitesse sur de longues distances

- **Diode électroluminescente (LED)**

Un élément électronique qui émet de la lumière lorsqu'un courant électrique le traverse. Les LED sont utilisées dans une variété d'applications en raison de leur efficacité énergétique, de leur durabilité et de leur faible coût.

- **Modulateurs optiques**

Un dispositif utilisé pour varier un paramètre du signal lumineux, tel que l'intensité, la phase, la fréquence ou la polarisation, afin de coder les informations numériques pour la transmission à travers une fibre optique. [13][19]

- ❖ **Types de Modulateurs Optiques**

- **Modulateurs Electro-Optiques (Mach-Zehnder (MZM))**

Utilise l'effet électro-optique pour moduler la phase de la lumière. Il se compose de deux bras dans lesquels la lumière est divisée et recombinaée, et la différence de phase entre les bras modifie l'intensité de la lumière en sortie.

- **Modulateur à Cristal LiNbO3 (Niobate de Lithium)**

Utilise des cristaux qui changent d'indice de réfraction sous l'influence d'un champ électrique, permettant un contrôle précis de la phase et de l'intensité de la lumière.

- **Modulateurs Acousto-Optiques**

Ils font appel à des ondes acoustiques afin de moduler la lumière. L'indice de réfraction du matériau est modifié par les variations de pression générées par les ondes acoustiques, ce qui entraîne une modification de la direction et de l'intensité de la lumière.

- **Modulateurs Electro-Absorptifs**

Ces modulateurs sont compacts et peuvent offrir des débits de données élevés. Ils changent l'absorption du matériau sous un champ électrique, modulant ainsi l'intensité de la lumière qui traverse le matériau. [13][19]

I.8.2-Récepteurs optique

Sont des composants qui convertissent les signaux optiques en signaux électriques pour le traitement et l'interprétation ultérieurs.

Ce récepteur reçoit le signal optique modulé transmis à travers la fibre optique qui contient les informations à être récupérées, il utilise un composant photosensible, généralement une photodiode, pour convertir le signal lumineux en un signal électrique correspondant. Lorsque la lumière frappe la photodiode, elle génère un courant électrique proportionnel à l'intensité lumineuse reçue,

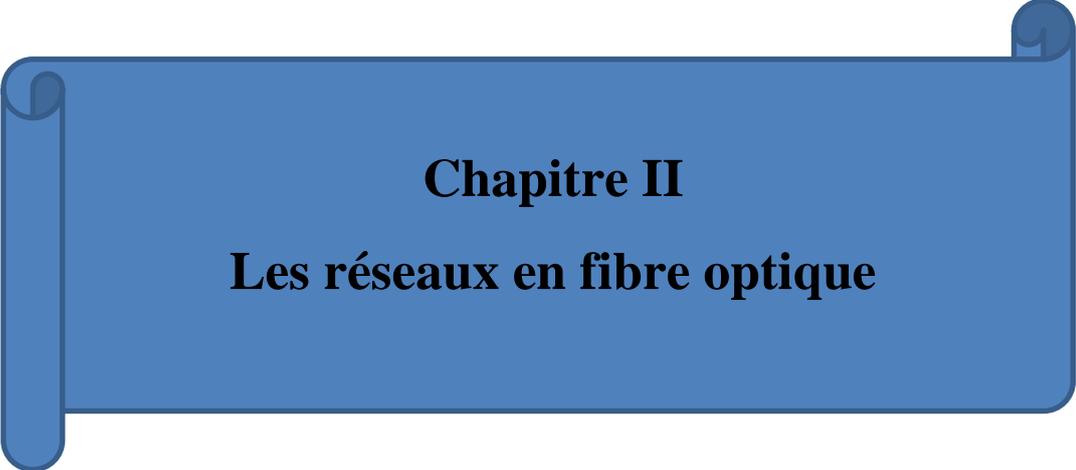
Un amplificateur intégré ou externe est utilisé pour augmenter le niveau du signal car le signal électrique produit par la photodiode est généralement très faible et doit être amplifié afin d'être utilisé de manière optimale. Après avoir été amplifié, le signal électrique est traité afin d'extraire les données qu'il contient. Cela peut inclure des étapes telles que la démodulation, la conversion analogique-numérique (CAN), et la correction d'erreur.

Types de Récepteurs Optiques

- **Photodiodes** : Les photodiodes sont les récepteurs optiques les plus couramment utilisés dans les communications par fibre optique en raison de leur sensibilité élevée et de leur large bande passante.
- **Phototransistors** : Ces dispositifs utilisent un transistor pour amplifier le signal optique avant de le convertir en un signal électrique.
- **Photomultiplicateurs** : convertissent les photons incidents en électrons. Ils sont utilisés dans des applications nécessitant une sensibilité très élevée, comme la détection de photons uniques.
- **Récepteurs Intégrés** : Ces récepteurs optiques intègrent des amplificateurs et d'autres circuits de traitement du signal pour fournir des solutions compactes et haute performance. [13][19]

Conclusion

Ce chapitre a fourni une vue d'ensemble complète de la technologie de la fibre optique et a exploré en détail les différents aspects de la fibre optique, Nous avons commencé par une introduction à la structure de la fibre optique, en décrivant ses composants principaux. Par la suite, nous avons examiné les diverses catégories de fibres optiques, mettant en évidence leurs applications particulières et les contextes dans lesquels elles sont employées ainsi que les principes essentiels de la transmission de la lumière dans la fibre ont été exposés afin de mieux appréhender la transmission efficace des données et les particularités technologiques de la fibre optique en examinant enfin les éléments essentiels des liaisons optiques.



Chapitre II
Les réseaux en fibre optique

Introduction

Avec la croissance explosive d'Internet et une société multimédia ouverte et communicative, de nombreuses applications nécessitent une plus grande bande passante pour un accès rapide aux informations, aux téléchargements, aux images vidéo haute définition et aux vidéoconférences. Cette partie présente les réseaux optiques, notamment les réseaux optiques passifs, et leurs principes de fonctionnement. Nous en déduirons les deux principales architectures des réseaux FTTH : point à point et point à multipoint. Nous aborderons ensuite les réseaux PON de différents standards. [20] [14]

II.1- Réseau optique

De manière générale, les réseaux de télécommunications à fibre optique peuvent être divisés en trois catégories :

- Réseau d'accès : Également appelé réseau local (LAN), la portée de couverture va de quelques kilomètres à plusieurs dizaines de kilomètres.
- Réseau métropolitain (MAN) : réseau intermédiaire qui assure l'interconnexion entre les réseaux longue distance et les réseaux d'accès via des nœuds d'accès (NA), à l'échelle de plusieurs centaines de kilomètres.
- Réseau central : s'étend sur des centaines de kilomètres.

II.2-Réseau d'accès optique

Il se compose de deux parties, une partie en fibre optique et l'autre partie en conducteur métallique et est connectée au terminal utilisateur.

Ce réseau donne accès aux applications vocales du réseau téléphonique public car il permet d'accéder aux applications de transmission de données (voix et vidéo) grâce à l'utilisation des technologies numériques.

On distingue la technologie FTTx (Fiber to the x), qui consiste à rapprocher la fibre optique au plus près de l'utilisateur afin d'améliorer la qualité de service, notamment le débit. [15]

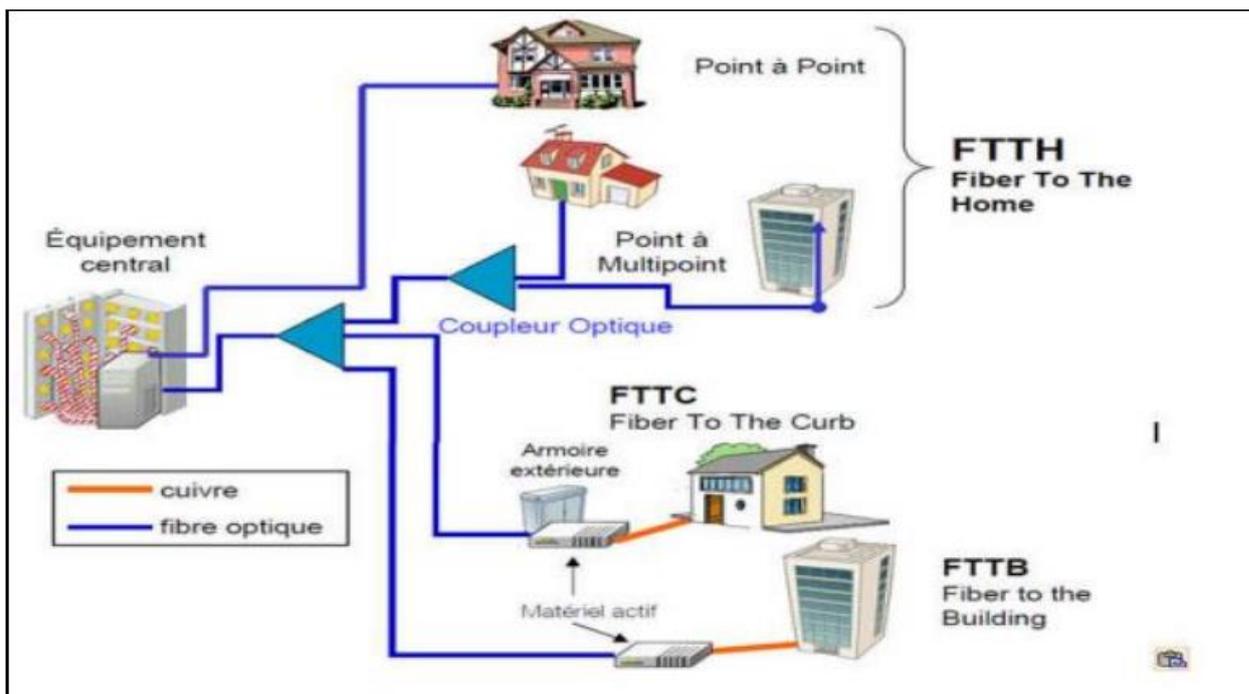


Figure II. 1: Les différentes technologies FTTH [15] [21]

II.2.1-FTTC (Fibre jusqu'au trottoir)

Les bornes des réseaux optiques sont situées dans des enceintes souterraines, ou dans des armoires sur la voie publique (sous distributeurs), dans des centres de télécommunications, ou sur des poteaux téléphoniques. Là où la fibre atteint le trottoir, cette configuration est appelée fibre jusqu'au trottoir (FTTC). En revanche, si elle atteint un sous-distributeur, cette configuration est appelée fibre jusqu'au cabinet (FTTCab). Selon la situation, vous pouvez envisager de réutiliser le réseau de terminaux en fil de cuivre existant ou de mettre en œuvre une distribution de terminaux via des méthodes sans fil. La figure suivante montre les différents composants du réseau FTTC/FTT Cab. [14] [20]

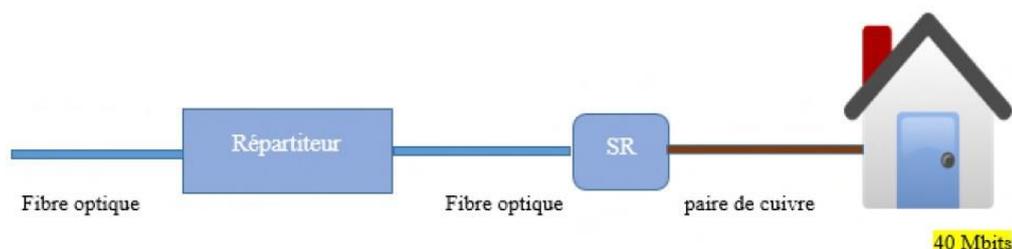


Figure II. 2: Structure d'un réseau FTTC [14] [18]

II.2.2-FTTB (Fiber to the building)

La terminaison optique est localisée soit au pied de l'immeuble, soit dans un local technique, soit dans une armoire ou un conduit sur le palier. Elle est généralement partagée entre plusieurs abonnés qui lui sont raccordés par des liaisons en fil de cuivre.

Cette configuration est appelée aussi FTTB, la figure ci-dessous représente la structure d'un réseau FTTB.

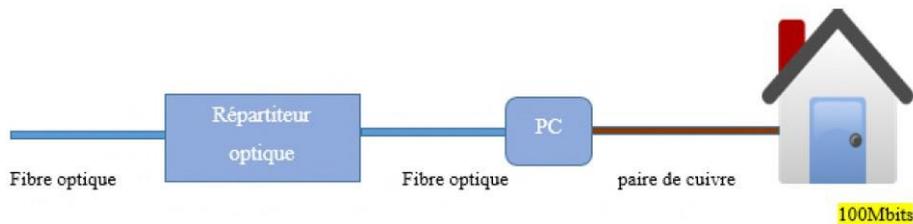


Figure II. 3: Structure d'un réseau FTTB [14] [18]

II.2.3-FTTH (Fibre jusqu'au domicile)

FTTH (Fibre jusqu'au domicile) : L'utilisateur final est connecté à son domicile au travers d'une unique fibre optique qui lui est dédiée. Par exemple, la technologie permet d'accéder à Internet, à la télévision et aux appels téléphoniques à des vitesses bien supérieures à celles actuellement autorisées par l'ADSL. Un autre avantage non négligeable par rapport aux technologies utilisant des paires de cuivre (fils téléphoniques standards) est qu'elles n'atténuent pas le signal en raison de la distance, garantissant ainsi un trafic optimal même si l'utilisateur est éloigné du switch. Le schéma ci-dessous représente les différents composants d'un réseau FTTH.

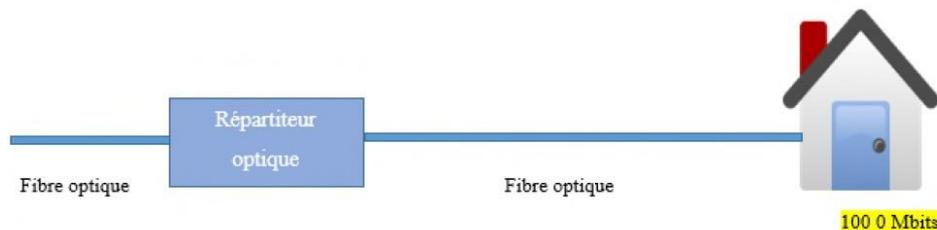


Figure II. 4: Structure d'un réseau FTTH [14] [18]

II.3-Architecture du réseau FTTH

La fibre est déployée de bout en bout dans le réseau, jusqu'au domicile. Il n'utilise aucune autre technologie intermédiaire. C'est la technologie la plus intéressante en termes de débits d'abonnés et de sécurité de transmission (les données des différents utilisateurs sont séparées), mais c'est la plus coûteuse en termes de coûts de déploiement pour les opérateurs.

Deux types de topologies physiques permettent d'acheminer la fibre jusqu'au client final :

- ❖ L'Architecture active, aussi appelée point à point (P2P).
- ❖ L'Architecture passive est appelée communément point à multipoint (PON).

II.3.1-Architecture point à point :

Cette architecture est la plus simple à mettre en œuvre parmi les topologies physiques des réseaux d'accès optiques, et implique l'établissement de liaisons physiques en fibre optique directement entre le central et les utilisateurs.

C'est plus cher à déployer. Dans cette architecture, chaque utilisateur sera connecté au distributeur de réseau optique le plus proche via une fibre optique dédiée (point à point). Cette architecture permet une étanchéité absolue entre les lignes des différents utilisateurs, chaque fibre étant dédiée à un utilisateur et avec autant de fibres qu'il y a d'utilisateurs. Différents protocoles sont utilisés pour la transmission des données, Ethernet étant généralement choisi. Ces solutions sont appelées Ethernet P2P ou Ethernet Direct Fibre. Ils autorisent des débits de 10Gb/s.

Pour des raisons de commercialisation, les vitesses sont limitées à des valeurs inférieures telles que 100 Mb/s symétriques.

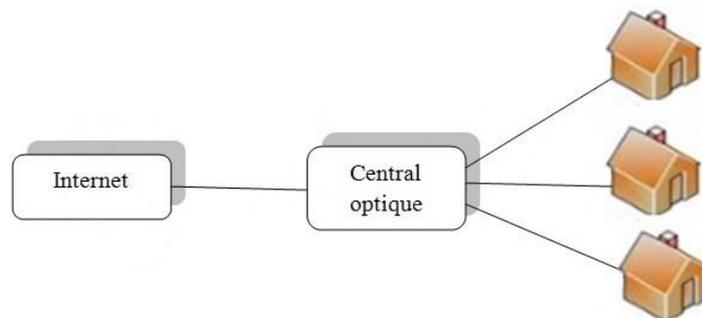


Figure II. 5: architecture point à point (P2P) [18]

II.3.2-architecture point à multipoint

Les réseaux point à multipoint sont également appelés PON (Passive Optical Networks), le terme passif s'appliquant aux répartiteurs qui ne contiennent aucun composant électronique.

Dans cette architecture, une seule fibre optique quitte le commutateur optique du réseau et dessert plusieurs foyers, qui sont connectés à cette fibre au niveau de dispositifs passifs (coupleurs ou splitter) placés à proximité de la zone à desservir. Chaque site reçoit toutes les informations envoyées par l'équipement central OLT (Optical Link Terminal) et est reçu par l'équipement récepteur ONT (Optical Network Terminal) de chaque utilisateur, et la fonction de filtrage est garantie : l'utilisation de chaque ONT et OLT n'implique que les utilisateurs qui y sont connectés. Les données.

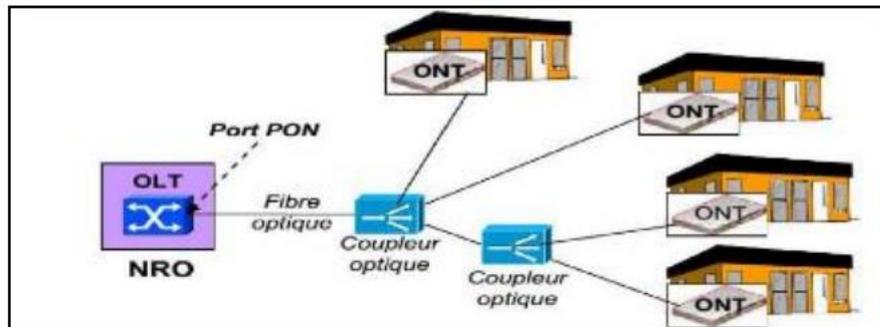


Figure II. 6: Architecture point-multipoint [15]

II.3.3-Critères De Choix

Pour réaliser une architecture de fibre, de nombreux facteurs doivent être pris en compte tel que :

- **La densité d'abonnés** : - La densité d'abonnés est un facteur économique important pour les fournisseurs lors du choix de l'architecture.
- **La bande passante disponible** : - Les réseaux d'accès de nouvelle génération doivent offrir des vitesses allant jusqu'à 300 Mbit/s, Répondre aux besoins des clients TVHD, de navigation sur Internet et d'appels vidéo. Toutes les architectures FTTH actuelles sont capables de délivrer de tels débits.
- **La portée du réseau** : En P2P, le réseau doit couvrir jusqu'à 5,5 km.
- **Le coût** : Le coût global de l'infrastructure varie en fonction de plusieurs facteurs tels que les tarifs, des matériaux, des conduits, la topographie du terrain et les coûts de main d'œuvre locale.

[15]

II.4- Chemin de la fibre dans le réseau d'accès FTTH

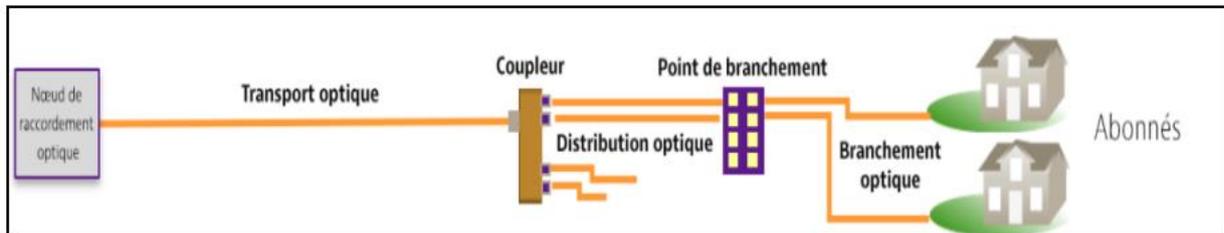


Figure II. 7: chemin de la fibre [15]

II.4.1- La partie de transport : consiste en un câble à fibre optique reliant l'OLT au FDT et son chemin dans le terrain. L'objectif est de minimiser la longueur du chemin afin de réduire les coûts et les pertes de signal. Il est important de prendre en compte la présence d'autres canaux tels que l'électricité, le gaz ou même les câbles téléphoniques existants.

II.4.2- La partie de distribution : dépend du nombre et de la position des abonnés afin de distribuer le câble et déterminer le type de splitter, ainsi que le nombre de sorties nécessaires dans le SRO (FDT). Étant donné que chaque bloc peut contenir un nombre différent d'abonnés, il est important de choisir le bon PBO (FAT : Fibre Access Terminal) Le FAT comprend également un autre splitter.

II.4.3- La partie de branchement est relativement simple : chaque abonné se connecte depuis le PBO le plus proche. Il est donc essentiel de localiser de manière optimale les PBO dans chaque bloc afin de faciliter les connexions pour les abonnés.

Il est nécessaire de suivre les étapes suivantes :

- **Sélectionner la zone :** La sélection de la zone est de connaître leurs dimensions et les frontières.
- **Le nombre des abonnés :** Faire les statistiques générales des abonnés. Compter tous les abonnés dans la zone sélectionnée, et la probabilité des abonnés peut augmenter plus tard.
- **Le matériel nécessaire :** Le matériel nécessaire c'est tous les équipements utilisés dans le réseau FTTH de OLT jusqu'à l'abonné.
- **La canalisation :** C'est le chemin de câble sous terrain et la capacité de canal. Analyse primaire pour savoir où passera le réseau et donc où se trouvera la tranchée. Avant même de commencer les travaux, il est important de détecter les réseaux existants.

• **Dimension de câble** : C'est-à-dire le nombre de brin dans le câble à fibre optique. Ensemble des brins son appelle terreau, un terreau ou plus compose le câble a fibre optique, pour les deux premières parties utilisent câble à fibre optique, la patrie troisième utilise un seul brin.

Dans l'installation de la fibre optique on utilise plusieurs types de câbles, selon le nombre d'abonnés tels que :FO12, FO36, FO72.

• **Les chambres** : Est un ouvrage enterré sous territoire. Relie les canaux ensemble. Il y a des types de chambre comme chambres de tirage, chambres de levage, chambre de jonction.

• **La localisation** : Localiser les OLT, FDT et FAT bien dans la zone, centralisée entre les blocs ou bien les abonnées pour la flexibilité de distribution et l'installation, aussi la facilité de maintenance en cas de panne et aussi pour se protéger.

• **Designer le plan** : Designer le plan qui contient la zone sélectionnée et les équipements de GPON (OLT, FDT, FAT), les chambres et leurs types, la canalisation, le type de câble a fibre optique. LE plan est le guide aux les établissements de l'installation.

L'étape de l'étude elle a une grande importance lors de l'installation d'un réseau FTTH. Une étude approfondie permet de réduire les coûts et d'améliorer la qualité de service dans le réseau. [15]

II.5-Différents Composants d'un réseau optique

Le déploiement de la solution FTTH en câbles optique s'effectue autour de plusieurs nœuds et répartiteurs, dans ce qui suit on présente les principales règles d'ingénieries à appliquer lors du dimensionnement des réseaux d'accès FTTH

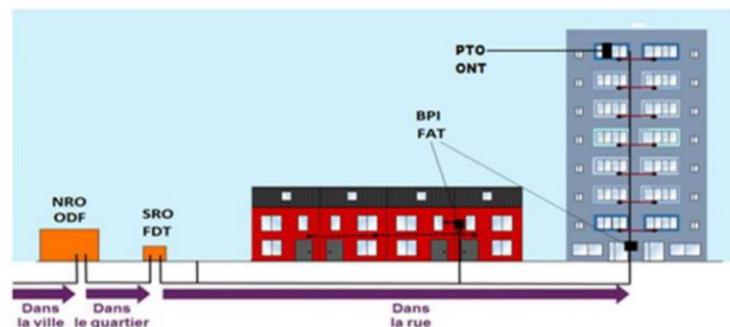


Figure II. 8: composants passifs du réseau FTT [18]

Dans un réseau FTTH et pour réaliser une installation de fibre optique on a besoin :

II.5.1-OLT (Optical Line Terminal)

Optical Line Terminal (OLT), appelé aussi Terminal de Ligne Optique, Un équipement terminal, situé côté réseau, assure l'interface avec la fibre optique du réseau FTTH en fibre optique ; il se connecte à un ou plusieurs réseaux de distribution optique passifs (ODN). Dans un réseau FTTH, l'OLT est connecté à un ou plusieurs terminaux utilisateurs, appelés terminaux fibre. [17]

- L'OLT est installé dans le CO
- L'OLT MA5800-X17 contient 17 cartes avec 16 ports dans chaque carte ce qui fait 272 ports
- Chaque GPON passe dans 2 splitters 1 :8 ce qui fait que le nombre maximal d'abonnés qu'une OLT peut couvrir est de $272 * 8 * 8 = 17408$
- La distance théorique de couverture de L'OLT est de 5,5 Km dans un réseau FTTH



Figure II. 9: OLT (Optical Line Terminal) [17]

II.5.2- Nœud de raccordement optique (ODF)

Un répartiteur optique (ODF) est utilisé. Il s'agit d'une structure qui permet de réaliser des interconnexions de câbles entre les installations de communication. Un ODF peut regrouper différentes fonctionnalités telles que l'épissage des fibres, la terminaison des fibres

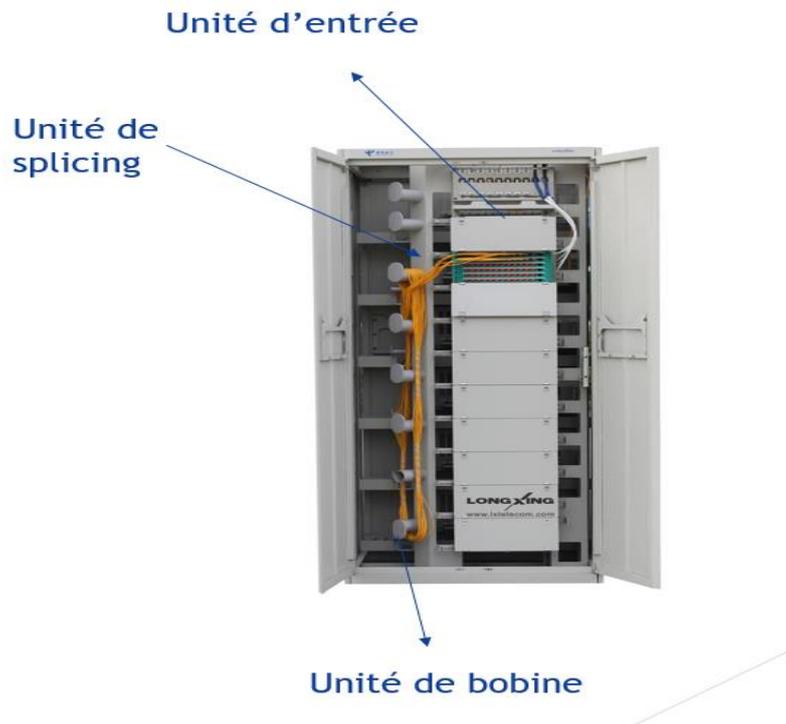


Figure II. 10: Equipement ODF (Optical distribution frame) [17]

II.5.3- SRO sous répartiteur optique (FDT)

Le sous répartiteur optique ou le FDT est un équipement passif qui permet aux opérateurs télécoms et aux fournisseurs de services de maintenir et de gérer la distribution des communications de manière organisée pour les réseaux FTTH.



Figure II. 11: FDT (Fiber Distribution Terminal)

II.5.4- PBO point de branchement optique (FAT)

C'est une boîte de terminaison de fibre qui offre une solution pratique et fixée au mur. Son objectif est de fournir et de contrôler un nombre maximal de terminaisons de fibre dans un espace limité. Le FAT est généralement installée soit sur un support mural, soit sur un support de poteau, selon les besoins spécifiques de l'installation

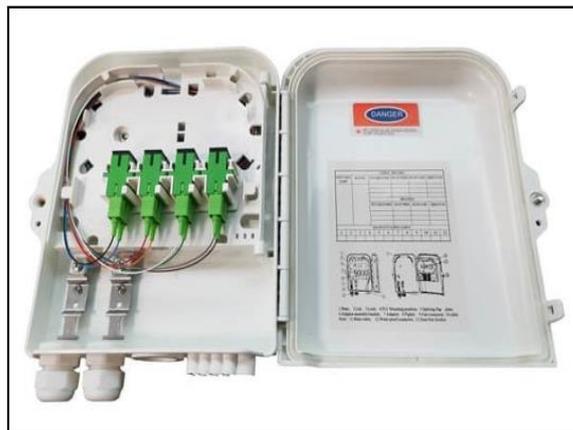


Figure II. 12: FAT (Fiber Access Terminal) [15] [22]

II.5.4- Prise Terminal Optique (POT)

Le PTO, ou Point de Terminaison Optique, représente la dernière composante du réseau FTTH .se située entre le réseau d'accès en fibre optique et le réseau privé du client. Il est positionné à

l'intérieur du logement, où le client pourra connecter son ONT. Il est également connu sous le nom de prise murale optique.



Figure II. 13 POT (Prise Terminal Optique) [15] [23]

II.5.5- Modem Optique (ONT)

C'est un composant qui joue un rôle essentiel dans l'adaptation optique/électrique ainsi que dans le filtrage des flux de données entrants et sortants destinés aux clients d'une connexion à fibre optique.



Figure II. 14: ONT (Optical Network Terminal) [29]

II.5.6- Les coupleurs(Splitter)

Les coupleurs sont des composants passifs qui partagent des signaux optiques avec les N ONT dans le sens descendant et d'agréger N signaux optiques en un seul signal dans le sens montant. N peut varier de 2 à 64 dans un réseau PON. Une configuration classique est d'utiliser deux niveaux de coupleurs 1 vers 8 ; c'est-à dire que le signal est divisé deux fois en 8 branches. [17]



Figure II. 15 :Splitter optique[30]

II.6-L'étude d'installation de FTTH

La conception d'un réseau d'accès FTTH est un défi complexe doit être pris en compte Différents facteurs tels que la taille, le coût et la capacité d'évolution.

Aucun modèle Réseau d'accès FTTH standard, car chaque pays a ses propres caractéristiques souterraines Unique .Il est nécessaire d'évaluer soigneusement l'emplacement souterrain afin de trouver un Le point où la température du sol environnant reste constante, évitant ainsi les problèmes de gel ou de surchauffe qui pourraient affecter les câbles à fibres optiques, Un autre aspect important est Déterminer la profondeur et le type de matériau de remblai nécessaire pour atténuer les impacts Vibrations du sol.

L'installation du FTTH dans une région ou une ville nécessite de suivre des étapes spécifiques et Respectez les conditions environnantes telles que les quartiers, les rues et les espaces verts. L'étude est divisée en trois parties :

- le transport entre l'OLT et le FDT
- la distribution entre le FDT et le FAT
- le branchement entre le FAT et l'ONT

II.7- Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons abordé les principes fondamentaux de la technologie FTTH, nous avons consacré une attention particulière à l'étude du réseau FTTH, en explorant ses composants et son processus d'installation de réseaux FTTH avec des équipements spécifiques.

Chapitre III

comparaison entre méthode traditionnel et fast-connect lors de la mise en place de FTTH

Introduction

Le déploiement de la fibre optique jusqu'au domicile (FTTH, Fibre To The Home) constitue une avancée technologique majeure dans le secteur des télécommunications. Elle permet aux utilisateurs de bénéficier d'une connectivité Internet fiable, stable et haute débit, essentielle dans un monde de plus en plus numérique où la demande en bande passante est croissante.

Dans ce contexte, plusieurs pays et opérateurs de télécommunications privilégient le déploiement de la fibre optique jusqu'au domicile des abonnés, dans le cadre de la modernisation de leurs infrastructures. Deux méthodes de déploiement principales sont fréquemment utilisées pour étendre la fibre optique jusqu'au domicile des abonnés : la méthode traditionnelle et la méthode Fast-Connect.

En résumé, cette étude vise à fournir une analyse approfondie qui non seulement compare de manière approfondie les deux approches, mais met également en évidence les facteurs stratégiques qui sont essentiels pour un déploiement réussi de la fibre optique jusqu'à l'abonné. Grâce à cette initiative, nous espérons fournir des informations précieuses aux opérateurs de télécommunications et les urbanistes impliqués dans le développement et l'amélioration des infrastructures de télécommunications.

III.1 Etude traditionnelle

III.1.1 Définition de la méthode traditionnelle

La méthode traditionnelle de déploiement de la fibre optique jusqu'au domicile (FTTH) est une approche méthodique et progressive qui permet l'installation d'une infrastructure de communication par fibre optique de haute qualité. Cette méthode, largement utilisée par les opérateurs de télécommunications, repose sur un ensemble de procédures bien établies et rigoureuses visant à assurer une connexion Internet rapide, fiable et durable directement dans le foyer des abonnés.

III.1.2-Étapes du déploiement traditionnel de la fibre optique

III.1.2.1-Planification et Étude Préalable

Le processus de déploiement de la fibre optique commence par une phase de planification et d'étude préalable. Cette première étape comporte un certain nombre de sous-étapes critiques, dont chacune est essentielle à la préparation du terrain et à l'atténuation des risques potentiels. [24]

Les principales sous-étapes qui composent cette étape de base sont les suivantes :

c) Identification des meilleures routes pour poser les câbles de fibre optique

Les meilleurs chemins de pose de câbles à fibre optique sont déterminés en tenant compte des contraintes techniques et logistiques. Le travail des ingénieurs consiste à évaluer les possibilités disponibles et à sélectionner les itinéraires les moins perturbateurs et les plus efficaces. Cette étape consiste à examiner les techniques de pose des câbles, comme l'utilisation de conduits souterrains existants ou la création de nouveaux croisements.

Les obstacles physiques tels que les bâtiments, les infrastructures de transport et les obstacles naturels doivent également être pris en compte. Les ingénieurs doivent déterminer un moyen de contourner ou de franchir ces obstacles sans mettre en danger l'intégrité du réseau de fibre optique. Des méthodes spécialisées, telles que l'agriculture de radiogoniométrie ou l'installation de câbles aériens, peuvent être nécessaires à cet effet.

d) L'obtention des autorisations nécessaires auprès des autorités locales

Comprend la négociation des droits de circulation, l'obtention d'un permis de construire et le respect des réglementations municipales et fédérales. Afin de s'assurer que toutes les exigences légales et réglementaires sont respectées, les planificateurs doivent travailler en étroite collaboration avec les agences gouvernementales locales, les propriétaires fonciers et les autres parties intéressées. [24]

III.1.2.2 Travaux de Génie Civil

Cette phase débute par une planification minutieuse, qui comprend la définition des zones de travail et la mobilisation des équipements nécessaires. Les équipes sur le terrain doivent mettre en place des balises et des marquages pour marquer les zones de tranchées et les parcours des tranchées. Cette planification est essentielle pour éviter les erreurs et garantir que les travaux soient réalisés dans les zones désignées. [25][26]

Les sous-étapes de la phase des travaux de génie civil sont :

a) Creusement des Tranchées

Les profondeurs et les dimensions spécifiques des tranchées sont déterminées par les exigences techniques et les normes de sécurité du projet. Diverses machines, telles que des excavatrices, des trancheuses et des foreuses directionnelles, peuvent être utilisées pour réaliser ce travail en fonction des caractéristiques du terrain et du type de sol. Des techniques de micro-réglage peuvent

Chapitre III Comparaison entre méthode traditionnel et fast-connect lors de la mise en place de FFTH

être utilisées pour réduire les perturbations dans les zones urbaines où l'espace est limité et les infrastructures souterraines sont prédominantes.

b) Installation des Conduits Souterrains

Une fois les tranchées creusées, les conduits souterrains sont installés. Ces conduits, souvent en PVC ou en polyéthylène haute densité (PEHD), protègent les câbles à fibres optiques des dommages physiques et des variations de température. Les conduits sont soigneusement positionnés à la base des tranchées, puis fixés pour éviter tout mouvement. Dans de rares cas, des gaines supplémentaires peuvent être ajoutées pour assurer une protection cumulative.

c) Coordination avec les Services Publics

Une coordination étroite entre les projets de génie civil et les services publics est nécessaire pour éviter les perturbations des réseaux actuels d'eau, d'électricité, de gaz et de télécommunications. Pour déterminer l'emplacement des conduites et des câbles existants, des réunions de coordination sont organisées avec les gestionnaires de réseaux avant le début des travaux.

d) Gestion des Déchets et Restauration

Un aspect important des projets de génie civil est la gestion des déchets. Les matériaux excavés, tels que la terre, le gravier et les débris, doivent être correctement gérés et transportés vers les sites d'élimination ou de recyclage appropriés. Pour éviter la contamination des sols et des eaux, des mesures de protection de l'environnement sont mises en œuvre. Une fois les conduits en place, les tranchées sont remplies, souvent avec des matériaux excavés, puis compactées pour assurer la stabilité du sol.

e) Réhabilitation de la Surface

La dernière étape des travaux de génie civil consiste à réhabiliter la surface affectée. Les zones endommagées, telles que les trottoirs, les allées piétonnes ou les espaces verts, sont restaurées dans leur état d'origine ou, si nécessaire, améliorées. Cette étape peut impliquer la reconstruction de l'infrastructure détruite, le remplacement du revêtement, la replantation de la végétation et la remise en état de la zone détruite. La restauration vise à réduire les effets fonctionnels et esthétiques des travaux sur la communauté environnante et à assurer la sécurité et l'accessibilité des zones affectées.

f) Suivi et Inspection

Des contrôles et des inspections régulières sont effectués pour assurer la durabilité et la qualité des travaux. Chaque étape des travaux est supervisée par des ingénieurs et des inspecteurs pour garantir le respect des normes de qualité et l'application des bonnes procédures. Avant l'installation des câbles à fibres optiques, des tests de pression sur les conduits peuvent être effectués pour garantir leur intégrité et leur résistance. [25][26]

III.1.2.3 Pose de la Fibre Optique

Une fois les conduites installées, la phase de positionnement des fibres optiques commence. Cette étape est essentielle pour assurer la longévité et la performance du réseau de fibres optiques. Les câbles en fibre optique sont tirés dans les gaines à l'aide de treuils et de techniques spécialisées destinées à éviter d'endommager les fibres fragiles. Cette opération complexe nécessite une précision extrême et une technicité pour garantir que les fibres sont correctement installées et qu'elles ne sont pas pliées ou cassées. [17][25][26]

a) Préparation des Câbles de Fibre Optique

Les câbles à fibres optiques doivent être soigneusement préparés avant le début de la pose. Cela comprend la vérification de l'intégrité des câbles, la réalisation de contrôles continus pour s'assurer qu'ils ne présentent pas de ruptures et la disposition des bobines de câbles sur des supports appropriés pour faciliter leur tirage. Ensuite, les câbles sont montés sur des roues de guidage pour éviter les torsions et les inclinaisons pendant la pose de câble.

b) Techniques de Tirage des Câbles

Les câbles à fibres optiques sont tirés dans les conduits à l'aide de procédés spécialisés et de treuils électriques. La méthode de tirage mécanique utilise des dispositifs à treuils motorisés qui exercent une force continue et contrôlée pour déplacer les câbles dans les conduits. Dans le cas de parcours plus courts ou plus compliqués, des méthodes manuelles peuvent être utilisées, dans lesquelles des groupes de techniciens utilisent des poulies et des câbles de traction pour couper les câbles.

Le tirage par soufflage, où l'air comprimé est utilisé pour propulser les câbles dans les conduits, est une des techniques fréquemment utilisées. Cette méthode réduit le risque de frottement et de tension excessive sur les câbles, ce qui la rend particulièrement efficace pour les longues distances et les conduits comportant plusieurs courbes.

c) Sécurisation des Câbles

Chapitre III Comparaison entre méthode traditionnel et fast-connect lors de la mise en place de FFTH

Une fois les câbles tirés dans les conduits, ils doivent être fixés en place. Cela peut impliquer l'utilisation d'attaches spéciales pour maintenir les câbles dans les conduits et empêcher tout mouvement ou glissement. Dans les environnements souterrains, les câbles peuvent également être insérés dans des conduits de protection supplémentaires pour fournir une défense supplémentaire contre les facteurs externes et les dommages physiques.

d) Contrôle de Qualité et Tests

Après que l'installation du câble terminée, des contrôles de qualité minutieux sont effectués pour garantir que les fibres optiques sont intactes et fonctionnent comme prévu. Les tests comprennent des mesures d'atténuation optique, des tests de réflectométrie optique (OTDR) pour identifier les emplacements de perte de signal et de rupture, et des inspections visuelles pour confirmer la continuité et l'intégrité du câble.

III.1.2.4 -Raccordements et Soudures

Les fibres optiques doivent être alignées les unes avec les autres par une procédure de fusion par soudure afin de limiter la perte de signal et de créer une connexion continue. Des outils spécialisés, notamment des soudeuses à fusion et des microscopes d'alignement, sont nécessaires pour cette opération, et les techniciens doivent recevoir une formation approfondie. Pour s'assurer que chaque soudure répond aux normes de performance et de qualité, elle doit être examinée et testée.

III.1.2.5 -Tests et Mise en Service

Des tests approfondis sont réalisés avant la mise en service du réseau pour garantir la continuité du signal, l'atténuation et la qualité globale de la connexion. Les tests peuvent consister en des mesures de puissance optique, des tests de réflectométrie optique (OTDR) et des inspections visuelles. Chaque anomalie détectée est corrigée pour garantir que le réseau fonctionne de la manière la plus optimale possible dès sa mise en service. [17]

- **Tests de Réflectométrie Optique (OTDR)**

Les tests par réflectométrie optique, souvent abrégés en OTDR, sont utilisés pour évaluer l'intégrité et la qualité des fibres optiques sur l'ensemble du réseau. Cette méthode permet d'identifier les sites potentiels de rupture des fibres, les réflexions indésirables et les pertes de signal. Les techniciens sont en mesure de cartographier avec précision la structure du réseau et d'identifier

Chapitre III Comparaison entre méthode traditionnel et fast-connect lors de la mise en place de FFTH

toute irrégularité en envoyant des impulsions lumineuses à travers les fibres et en mesurant la durée et l'intensité des signaux renvoyés.

- **ODTR (Optical Time Domain Reflectometer)**

Un outil de mesure utilisé dans les réseaux de fibres optiques pour évaluer les performances, l'intégrité et la qualité des câbles optiques. Cet appareil projette des faisceaux lumineux jusqu'à l'extrémité du câble, puis suit la durée et l'intensité des réflexions lumineuses qui reviennent à cet extrême. L'OTDR peut identifier les pertes de signal, les sites de rupture, les connexions défectueuses et autres irrégularités dans le câble optique en analysant ces réflexions. [17]



Figure III. 2: ODTR [27]

- **Inspections Visuelles et correction des Anomalies**

En plus des tests automatisés, des inspections visuelles sont réalisées pour identifier d'éventuels défauts physiques ou anomalies dans l'installation. Pour s'assurer que les connecteurs, les joints de soudure et les autres composants du réseau sont correctement alignés, fixés et protégés, les techniciens les inspectent visuellement.

Les inspections visuelles permettent également de vérifier que le réseau est conforme aux spécifications techniques et que les normes de qualité et de sécurité sont respectées.

Chaque anomalie détectée lors des tests est soigneusement étudiée et documentée. Des mesures correctives sont ensuite prises pour remédier aux problèmes détectés et garantir que le réseau fonctionne le plus efficacement possible dès sa mise en service. Cela peut impliquer d'effectuer des ajustements sur les connexions, de réparer les fibres endommagées ou de modifier la configuration du réseau. Une fois les ajustements nécessaires effectués, les tests sont à nouveau

Chapitre III Comparaison entre méthode traditionnel et fast-connect lors de la mise en place de FTTH

exécutés pour s'assurer que le réseau répond aux normes de qualité requises et que les éventuelles anomalies ont été résolues.

III.1.3-Etude de cas du site Ouled Belhadi par la méthode traditionnelle

III.1.3.1- APS (Avant-Projet Sommaire) pour la mise en place de FTTH

Dans le cadre du déploiement de la fibre optique jusqu'au domicile (FTTH), l'Avant-Projet Sommaire (APS) est une étape préliminaire afin d'évaluer la faisabilité du projet et de planifier les principales étapes de son exécution, son objectif est de donner une perspective globale du projet en ce qui concerne sa portée, ses coûts, les ressources nécessaires et son calendrier.

[17][24]

❖ Schéma Directeur d'équipements Actif

Ce schéma directeur présente un aperçu global des équipements actifs requis pour la mise en place de la fibre optique jusqu'au domicile (FTTH) dans la région de Boumerdès, en particulier à Khmis El Khechna. Il comprend une représentation graphique précise de la localisation des sites et des données techniques indispensables pour l'installation des équipements.

Chapitre III Comparaison entre méthode traditionnel et fast-connect lors de la mise en place de FFTH

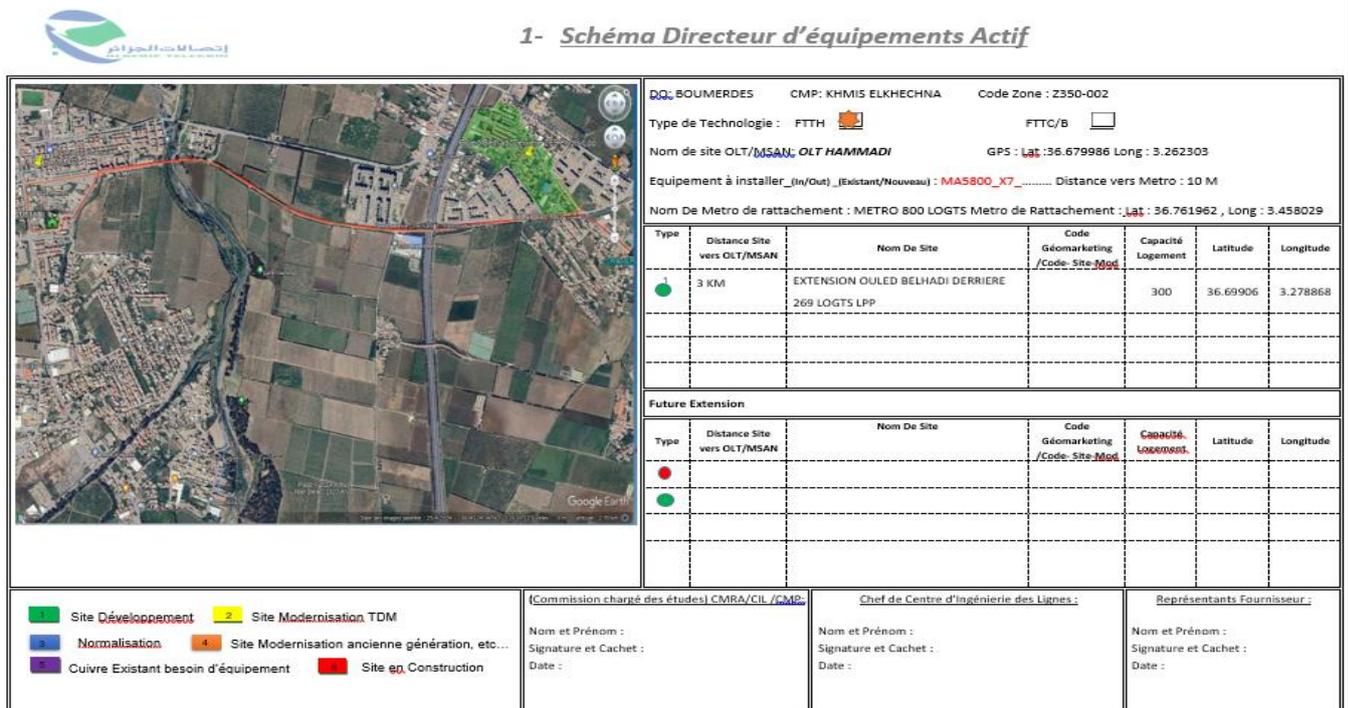


Figure III. 3: Schéma Directeur d'équipements Actif

III.1.3.2- Localisation de site

Le site sur lequel nous appliquons l'étude de cas est une extension Ouled Belhadi Derriere 269 logts lpp et se trouve dans la commune de Hamadi wilaya de Boumerdes.



Figure III. 4 localisation de site par Google Earth

III.1.3.3- Avant-projet détaillée(APD)

La dernière étape avant le début des travaux de construction proprement dits sur le réseau concerne les avant-projets détaillés.

En règle générale, une telle étude recherche une précision extrême avant même qu'un outil ne soit soulevé. Les objectifs des avant-projets détaillés sont :

- Finalisation de la topologie du réseau.
- Génération de toutes les quantités requises (câbles, boîtiers, etc.).
- Spécification des données : qui comprend des détails tels que le nombre de maisons à connecter et des détails sur les pièces comme les tuyaux réutilisables.
- Tenir compte de toutes les contraintes spécifiques applicables à la zone de déploiement.

[17][24]

a) Elaboration des schémas de câble

❖ Partie transport

Le schéma des câbles à fibres optiques qui représente les câbles en fonction de leur capacité et de leur type nécessite une présentation de la conception du schéma de pipeline « transport ». Cette conception doit être proportionnée et planifiée de manière appropriée, en mettant l'accent sur les éléments suivants :

- La disposition des manchons actuels ainsi que les matériaux utilisés dans ceux-ci ;
- Nombre de gaines existantes disponibles (inoccupées), longueurs et diamètres ;
- Identification des types de chambres existantes à utiliser.
- La disposition des fourreaux et leur type de matériau.
- Détails sur la quantité, la longueur et le diamètre de chaque fourreau à construire.
- Identification de la chambre à créer.
- Emplacement des SRO pour la construction des socles selon le type.[17][24]

Chapitre III Comparaison entre méthode traditionnel et fast-connect lors de la mise en place de FFTH

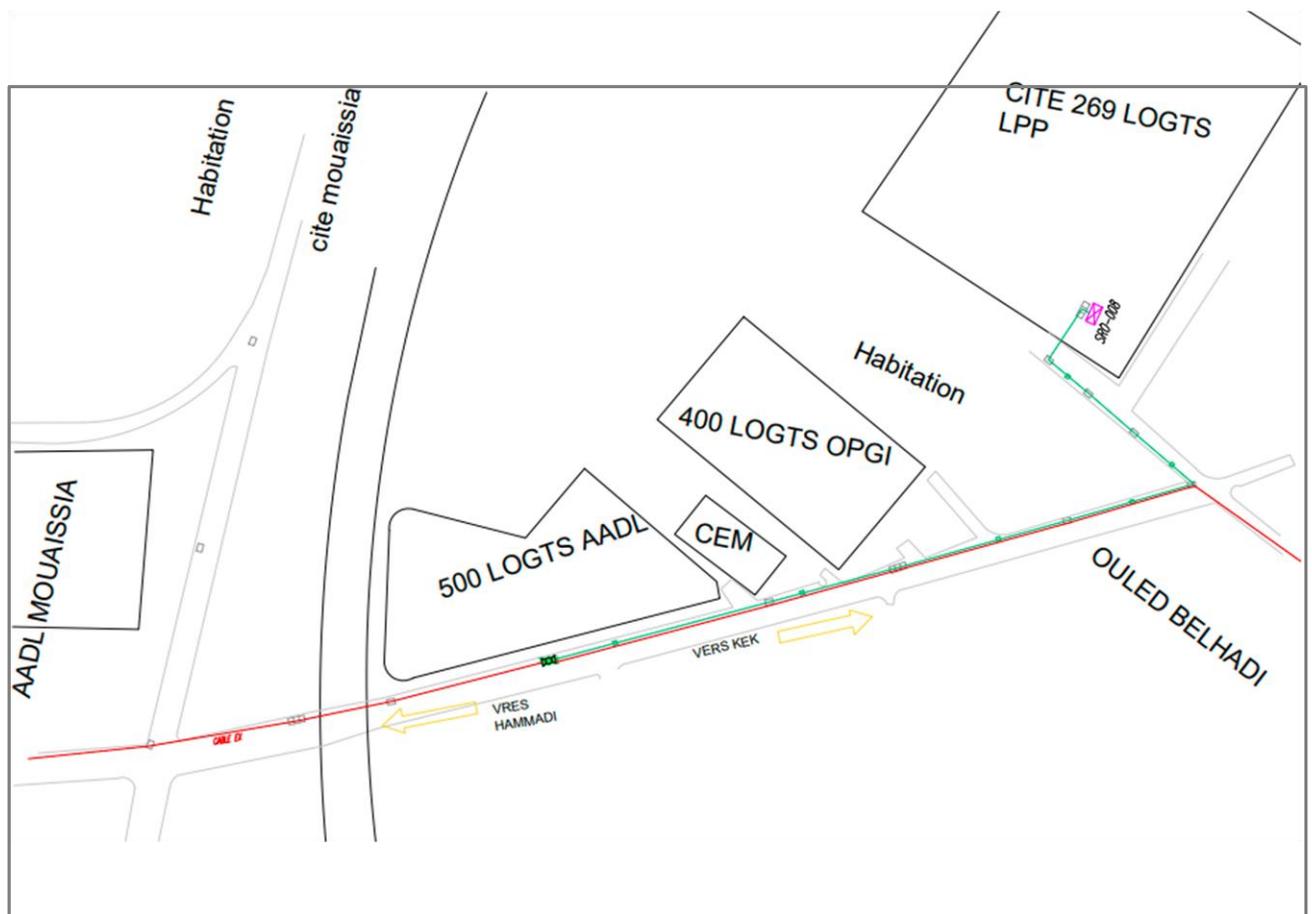


Figure III. 5 : Plan Schémas des Câbles FO Partie Transport

Partie distribution

Il s'agit de superposer un plan avec un schéma de câblage à fibre optique. Les informations qui doivent être affichées dans le diagramme comprennent :

- Cheminement de câbles à fibres optiques (qu'ils soient posés en conduit, autoportants ou en façade).
- Détails de la capacité, du type et de la longueur des câbles à fibres optiques installer, comme spécifié dans le document dimensionnement des câbles FO « Partie Transport, Distribution (immeuble) et Accès Immeubles ».
- Tables d'épissure optique : en complément du BPE (Picking et division).
- les points de concentration PBO sur les poteaux, les façades ou les bâtiments.
- l'emplacement de l'OLT ou du SRO. [17][24]

Chapitre III Comparaison entre méthode traditionnel et fast-connect lors de la mise en place de FFTH

▪**Trajectoire optimale** : Déterminer le meilleur tracé du câble pour éviter les dépenses et les interférences en utilisant les infrastructures existantes, telles que les conduits souterrains et les poteaux.

▪**Points de connexion** : Trouver les sites de connexion critiques, tels que les salles de coupe, les boîtes de jonction et les points de branchement optique (PBO).

▪**Type de canalisation** : Sélectionnez le type de canalisation en fonction des circonstances environnementales et des exigences de protection des câbles (par exemple, des conduits rigides, flexibles, en plastique ou en métal).

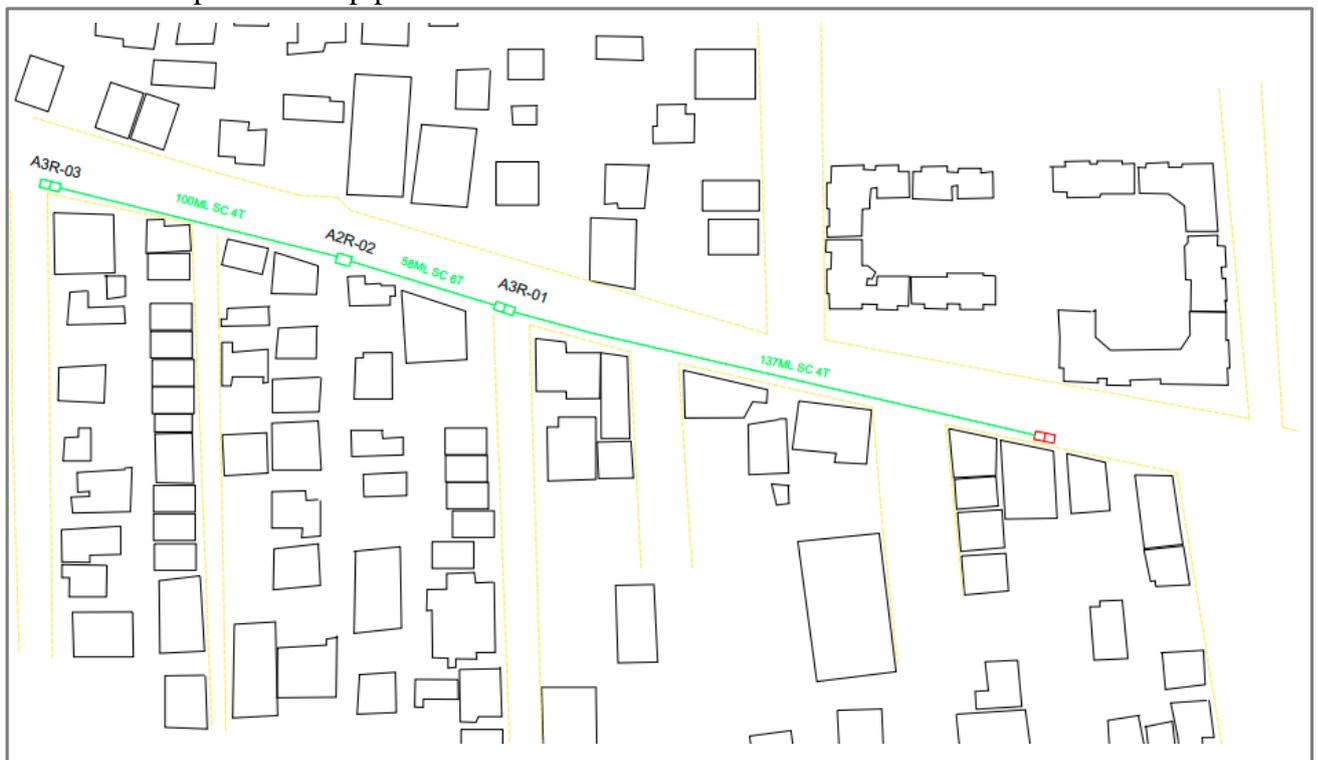
▪**Capacité des conduits** : Vérifiez que les conduits choisis ont l'espace requis pour accueillir les câbles prévus.

b.1.3 Actualisation des schémas :

▪**Dessin des trajectoires** : Décrivez en détail les itinéraires des câbles, en tenant compte de l'infrastructure de tuyauterie.

▪**Marge de sécurité des points** : Déclarez en détail les emplacements des PBO, des points de jonction, des salles de tirage et des autres infrastructures.

▪**Légendes et symboles** : utilisez des symboles et des légendes courants pour représenter les différents composants des pipelines.



Chapitre III Comparaison entre méthode traditionnel et fast-connect lors de la mise en place de FTTH

Figure III. 7 :Plan schéma de canalisation.

c) Dimensionnement du câble pour Distribution D1

Dans les environnements à fibre optique, cette dimensionnement implique diverses considérations techniques pour garantir que le câble répond aux besoins spécifiques de l'installation en les plaçant dans un fichier Excel.

Dossier d'exécution des études APD - FTTH Version3.0											
 <h3 style="margin: 0;">Dimensionnement du Câble FO en Distribution D1</h3>											
Code Cite: C350-002-011						Type : Pavillonnaire					
Nom de Site: EXTENSION OULED BELHADI DERRIERE 269 LOGTS LPP											
No.	Ligne	Parcours		Type de câble (Conduite/façade/aerien)	Cable FO		Chambre avec joint (BPE) (*)		Chambre sans joint (BPE)		Total
		Point de départ A	Point d'arrivé B		Longueur du Cable	Majoration 3%	Quantité	12 m de mou (m)	Quantité	deux m de mou (m)	
1	Câble A 72 FO	SRO 144-08	BPE 04	FO-72/Conduite-autoport	593	18	4	48	2	4	663
Total				FO-72							663

Figure III. 8 :Dimensionnement du câble en Distribution D1.

d) Dimensionnement du câble pour Distribution D2

Ce document comprend les dimensions des câbles FO en façade ainsi que les câbles autoportants et conduite entre le BPE et le PBO.

Chapitre III Comparaison entre méthode traditionnel et fast-connect lors de la mise en place de FFTH

7-Dimensionnement Câble FO en Distribution D2 - Zone Pavillonnaire									
Code Cite:C35-002-011					Type : Pavillonnaire				
Nom de Site:EXTENSION OULED BELHADI DERRIERE 269 LOGTS LPP									
No.	ligne	Parcours		Type de câble (aerien/façade)	Cable FO (m)		Mou de quatre (4) mètre (*)		Total
		Point de départ A	Point final B		Longueur du Cable	Majoration 3%	Point de départ avec joint (BPE)	par PBO	
1	L-E1	BPE01-A3_R	PBO8-2-T8b2	FO-12	129	4	6	16	155
2	L-E2		PBO8-6-T8b6	FO-12	201	7	6	36	250
3	L-E3		PBO8-10T8b10	FO-12	126	4	6	36	172
4	L-E4	BPE02-A3_R	PBO8-12-T9b2	FO-12	81	4	6	16	107
5	L-E5		PBO8-15-T9b5	FO-12	59	4	4	26	93
6	L-E6		PBO8-18-T9b8	FO-12	153	4	6	26	189
7	L-E7		PBO8-22-T8b12	FO-12	204	4	6	36	250
8	L-E8	BPE03-A3_R	PBO8-25-T10b3	FO-12	121	4	6	26	157
9	L-E9	BPE0-4 A/P	PBO8-30-T10b8	FO-12	245	4	6	46	301
10	L-E10		PBO8-36-T11b6	FO-12	284	4	6	56	350
11	L-E11		PBO8-38-T11b8	FO-12	102	4	6	16	128
TOTAL				FO-12					2152

Figure III. 9 dimensionnement du câble FO pour distribution D2

e) Budget optique

Le terme « budget optique » fait référence au calcul de la perte de puissance optique totale dans le réseau de distribution optique pour déterminer la puissance reçue par rapport à la puissance transmise (c.à.d. les pertes sur tous le trajet du signal optique de l'OLT jusqu' à l'ONT ou l'ONU (ou inversement)).[17][24][28]

❖ Contraintes techniques

• Bilan optique entre OLT et ONT

Le budget optique entre l'appareil actif (OLT) et l'appareil client (ONT) doit être compris entre 13 et 28 dB (Classe B+) aux longueurs d'onde de 1 310 nm et 1 490 nm.

Les valeurs d'atténuation maximales à prendre en compte lors du calcul de la prévision du budget optique sont les suivantes :

1,5 dB pour la marge dite de « vieillissement des lasers »

0,1 dB pour une épissure soudée (s'il y a au moins dix soudures en cascade)

0,2 dB par épissure mécanique -0,25 dB pour un pigtail connectais SC/APC

0,3 dB par connexion (1 raccord + 2 fiches optiques)

0,38 dB/km à 1,3 µm pour la fibre optique (0,22 à 1,55 µm)

La perte d'insertion maximale à 1,3µm apportée par les coupleurs est la suivante : - 10,6 dB pour les coupleurs 1 vers 8.

Chapitre III Comparaison entre méthode traditionnel et fast-connect lors de la mise en place de FFTH

b. Taux de couplage :

Le taux de couplage doit être limité à 1/64.

L'option retenue est d'introduire 2 niveaux de couplage (de 1 à 8). [24]

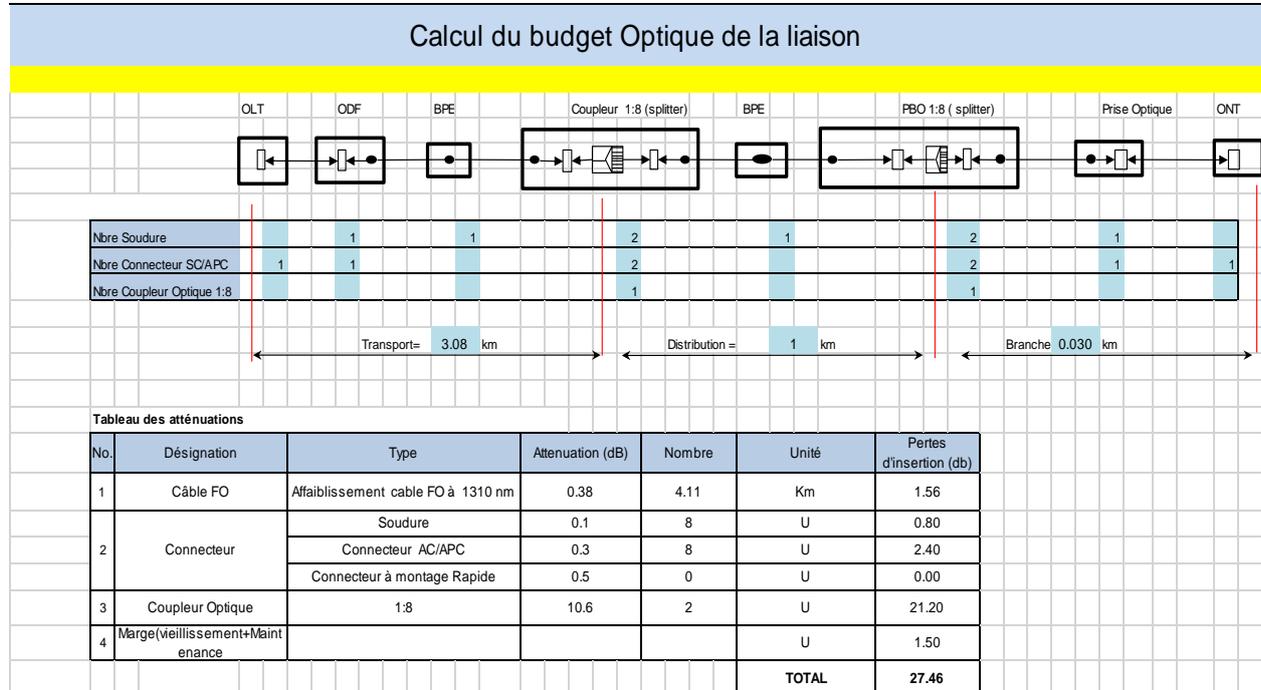


Figure III. 10 .calcul du budget optique

f) Tableau zone d'influence

Le tableau de zone d'influence offre une vision exhaustive et exhaustive de l'infrastructure requise pour l'installation de la fibre optique dans une zone spécifique. Il comprend des renseignements précis concernant les équipements, les connexions et les capacités de distribution, ce qui facilite une planification approfondie et une réalisation efficace des travaux.

Chapitre III Comparaison entre méthode traditionnel et fast-connect lors de la mise en place de FFTH

- **Résistance aux Interférences**

La solidité des connexions soudées par fusion permet également au réseau de résister aux interférences électromagnétiques et autres types de perturbations qui pourraient nuire à son fonctionnement. Cette caractéristique est particulièrement cruciale dans les environnements urbains densément peuplés où divers appareils électroniques peuvent interférer avec les signaux de transmission.

- **Flexibilité :**

La méthode traditionnelle est assez souple et peut être appliquée à une grande variété de configurations de réseaux et de terrains. Cette souplesse permet de répondre efficacement aux exigences spécifiques de chaque projet et de surmonter les obstacles régionaux.

- **Réactivité aux Besoins Évolutifs**

La méthode traditionnelle permet également une certaine flexibilité pour répondre aux besoins changeants des utilisateurs finaux. A mesure que la demande en services de télécommunication et en bande passante augmente, les réseaux peuvent être mis à niveau et adaptés de manière relativement fluide. Les infrastructures existantes peuvent être renforcées et étendues sans nécessiter une rénovation complète, permettant au réseau d'évoluer progressivement en réponse aux besoins croissants.

III.1.5 -Inconvénients de la Méthode Traditionnelle

- **Temps et Coût**

Le processus est long et coûteux en raison des travaux de génie civil et de soudure. Selon l'ampleur et la complexité du projet .Les phases de creusement, de pose et de raccordement peuvent prendre plusieurs mois.

- **Compétences Requises**

La méthode traditionnelle requiert du personnel hautement qualifié pour effectuer les tests et les sutures. La disponibilité et la formation de ces professionnels peuvent constituer un défi supplémentaire, en particulier dans les zones reculées ou sous-développées.

III.2 -Méthode Fast-Connect

La méthode Fast-Connect (FTTH) est une approche moderne et pratique pour déployer la fibre optique jusqu'au domicile. Contrairement à la méthode traditionnelle, cette méthode se caractérise par l'utilisation de composants reconnectés, des méthodologies de déploiement simplifiées et une technologie plug-and-Play. [29]

III.2.1- Pré-connecté

C'est la méthode de fabrication de câbles optiques avec des connecteurs déjà installés à leurs extrémités avant leur installation au sol. En d'autres termes, les connecteurs sont installés sur les câbles d'usine, généralement automatiquement, avant d'être expédiés sur le site d'installation.

Cette méthode élimine le besoin de terminaisons sur site, ce qui peut s'avérer une tâche complexe et parfois difficile. Lorsque les câbles sont reconnectés en usine, ils peuvent être facilement déployés et connectés sans avoir besoin d'être coupés, percés ou connectés manuellement au sol.[29]

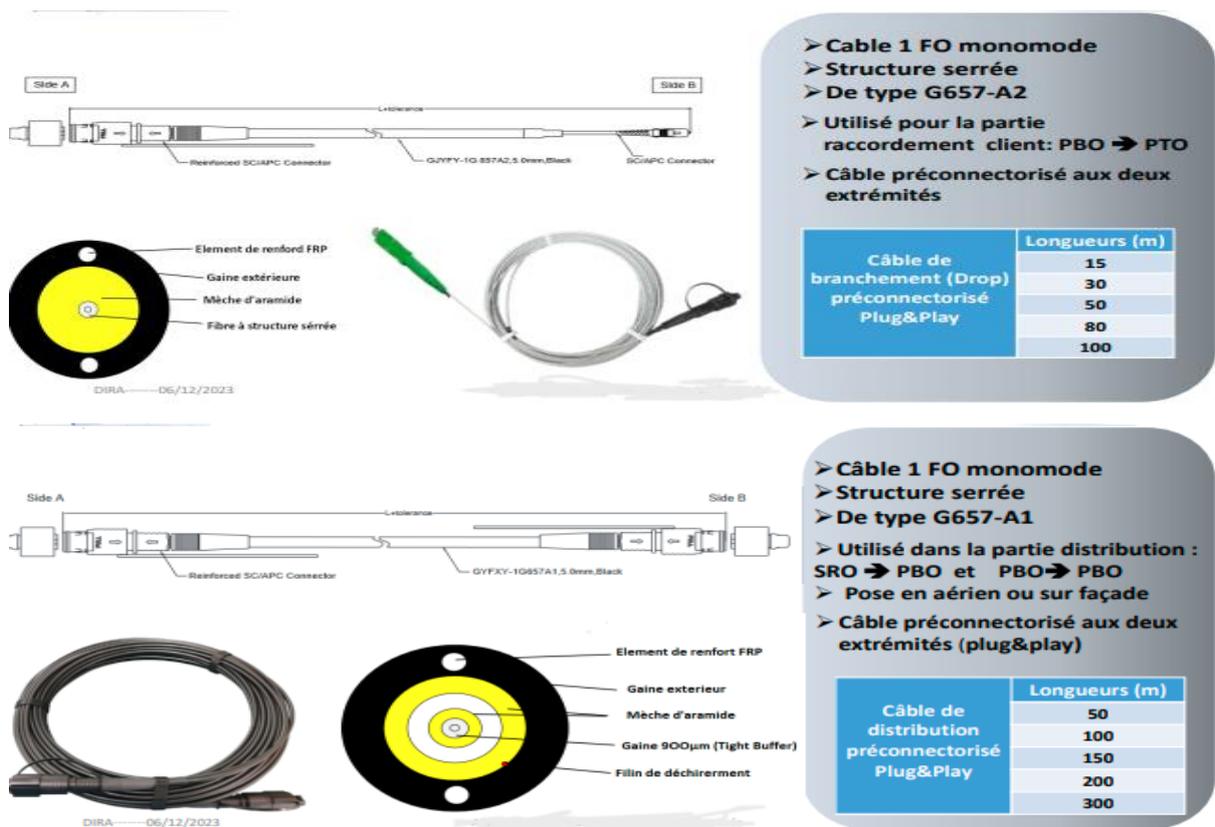


Figure III. 12 : câbles préconnectés utilisés dans la méthode Fast-connect[29]

Chapitre III Comparaison entre méthode traditionnel et fast-connect lors de la mise en place de FFTH

III.2.2 -Techniques de déploiement simplifiées

Ces méthodes sont conçues pour rationaliser les étapes de déploiement traditionnelles, telles que la configuration de l'équipement ou l'installation de câbles, rendant le processus plus rapide, plus efficace et moins intrusif. [29]

III.2.2.1 Technologies plug-and-Play

Les technologies Plug-and-Play font référence à des équipements et composants réseau spécialement conçus pour rationaliser et accélérer le processus de déploiement des infrastructures de communication. Ces appareils sont préconfigurés en usine ou équipés d'une intelligence intégrée, permettant d'être rapidement installés et fonctionnels dès leur connexion physique au réseau sans nécessiter de paramétrages ou manipulations compliqués. [28]

On distingue plusieurs équipements spécifiques utilisés dans la Méthode Fast Connect tel que :

❖ SRO (plug-and-play)

Dans les réseaux FTTH, un sous-répartiteur optique (SRO) Plug-and-Play est une unité de distribution intermédiaire conçue pour accélérer le déploiement des fibres optiques jusqu'aux abonnés.

Chaque SRO est constitué d'un nombre de coupleur (splitter), qui déterminent sa capacité à connecter un certain nombre de clients et en distingue plusieurs types selon leur capacité tel que :

- SRO (Plug &Play) 8 sorties avec 4 splitter 1:2
- SRO (Plug &Play) 4 sorties avec 2 splitter 1:2 [28]



Figure III. 13 .SRO (Plug and Play)[28]

❖ PBO (Plug & Play)

Le PBO (Point de Branchement Optique) est un dispositif qui connecte les entrées optiques du client au réseau optique. Le PBO Plug-and-Play intègre des composants pré connecté et modulaires conçu pour minimiser les interventions sur le terrain et optimiser la qualité des connexions.

Ce type de PBO contient 9 ports de sortie ,8 pour connecter les câbles de desserte vers les abonnés finaux du réseau à fibre optique, et un port conçu pour interconnecter les points de branchement optiques (PBO) entre eux au sein du réseau.

On distingue deux types de PBO dans cette méthodologie :

- PBO (plug and play) avec splitter 1:8 Ou 1:16
- PBO (plug and play) avec splitter 1:9 Ou 1:17

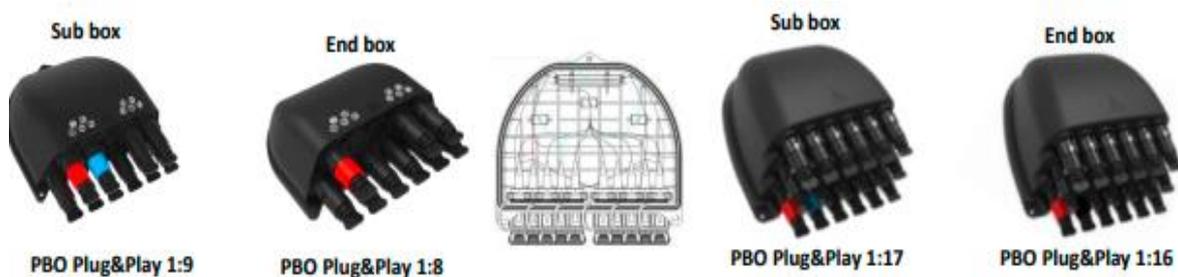


Figure III. 14 : les types de PBO (plug and play)[28]

III.2.3-Principe de raccordement optique dans la méthode Fast-Connect

Dans l'approche Fast-Connect, chaque sortie de SRO (Sous-Répartiteur Optique) peut être connectée successivement à quatre PBO (Point de Branchement Optique), cela signifie que le dernier PBO dans la séquence, celui qui le quatrième PBO, dispose d'un splitter 1 :8ou 1 :16 car aucun autre PBO n'est requis pour être connecté en aval du dernier PBO dans la séquence.

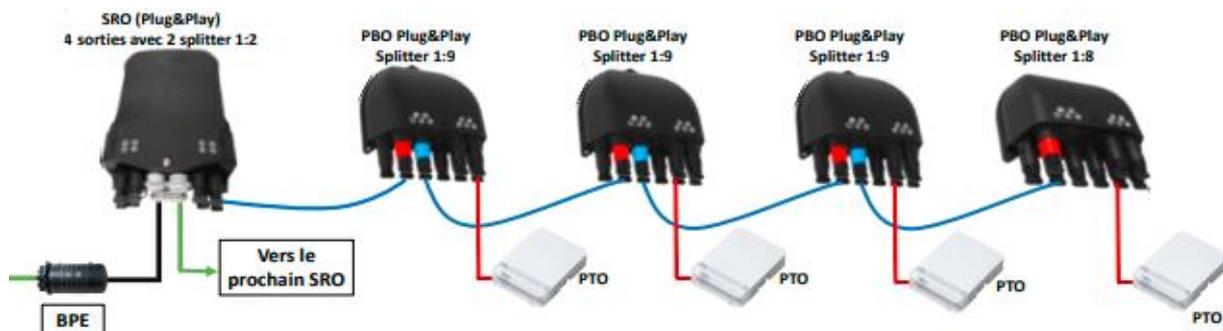


Figure III. 15 :raccordement optique par l'approche fast-connect[28]

III.2.4-Realisation d une etude avant projet detaille sur site Ouled Blhadi (Hamadi)par la methode Fast-Connect

Les étapes du déploiement traditionnel de la fibre optique, la localisation du site, l'enquête sur le terrain et la réalisation de schéma directeur d'équipements actifs présentent de nombreuses similitudes avec la méthode traditionnelle et la méthode Fast-Connect, principalement en termes de principes fondamentaux et d'objectifs. Les principales différences résident toutefois dans le niveau de détail requis et les ajustements spéciaux nécessaires pour utiliser des composants préconnectés dans la méthode Fast-Connect, qui peuvent rationaliser et accélérer certaines étapes du processus.

a) Élaboration de schémas de câbles selon la méthode Fast-Connect

L'élaboration de schémas de câbles selon la méthode Fast-Connect respecte les principes directeurs de la méthodologie traditionnelle mais intègre des spécificités qui utilisent des composants préconnectés.

Les informations affichées dans le schéma comprennent :

❖ Traçage des câbles à fibres optiques

Spécifie les chemins des câbles pré-connectés, qu'ils soient placés dans des conduits, des autoportants ou sur des façades. La standardisation des longueurs de câbles rend le routage plus simple et nécessite moins d'ajustements sur site.

❖ Détails de la capacité, du type et de la longueur des câbles

Examiner les caractéristiques des câbles pré-connectorisés à installer, telles que leur capacité (nombre de fibres), leur type et les longueurs fixes disponibles. Les sections de câbles pré-assemblés doivent être intégrées dans les schémas afin que ceux-ci correspondent aux spécifications listées dans le document FO pour le dimensionnement des câbles (Transport de Groupe, Distribution (Bâtiment) et Accès Immeubles).

❖ Tables d'épissure optique

Contient des détails sur les points de rupture optique. Fast-Connect réduit ou élimine ces ruptures car les connexions peuvent être réalisées rapidement avec des connecteurs rapides et des câbles pré-connectés.

Chapitre III Comparaison entre méthode traditionnel et fast-connect lors de la mise en place de FFTH

❖ Points de branchement optique PBO

Définisse l'emplacement des points de branchement optique (PBO) sur les poteaux, les façades de bâtiments. Les PBO pré-assemblés permettent une installation plus rapide et une meilleure gestion de la capacité.

❖ Localisation de l'OLT ou de SRO

L'identification claire de l'emplacement des équipements terminaux tels que l'OLT (Optical Line Terminal) ou le SRO (Sous Répartiteur Optique) dans laquelle la méthode Fast-Connect utilise des modules et des connecteurs prédéterminés pour faciliter une connexion fiable et rapide entre ces appareils. [24]

Bien que le développement du schéma de câblage pour la partie transport de canalisation à l'aide de la méthode Fast-Connect présente de nombreuses similitudes avec la méthode traditionnelle, il intègre également des caractéristiques uniques liées à l'utilisation des câbles pré-terminés et des connecteurs rapides, réduisant le besoin d'épissures sur le terrain.

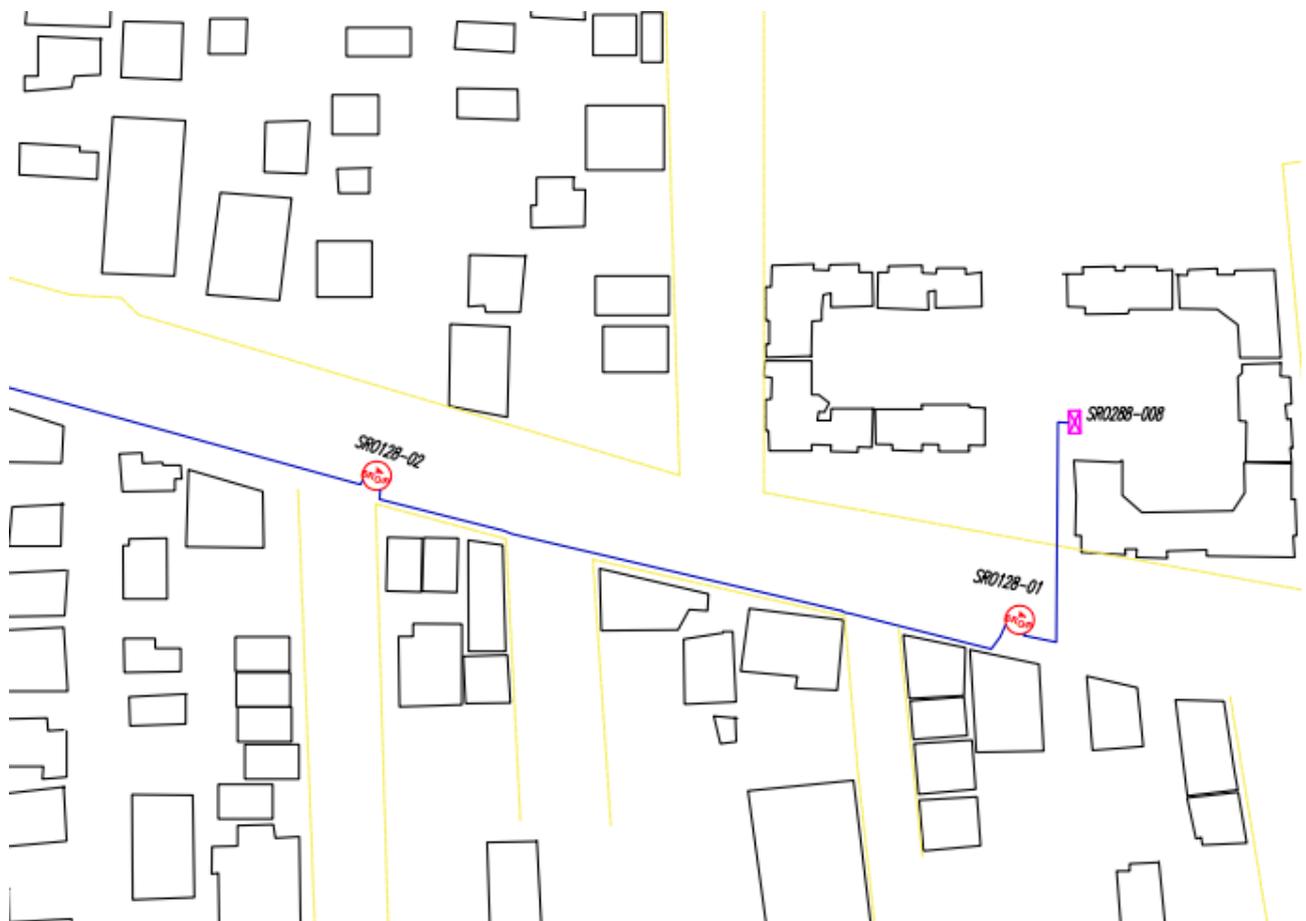


Figure III. 16 : schéma de Câble partie transport par méthode Fast-Connect

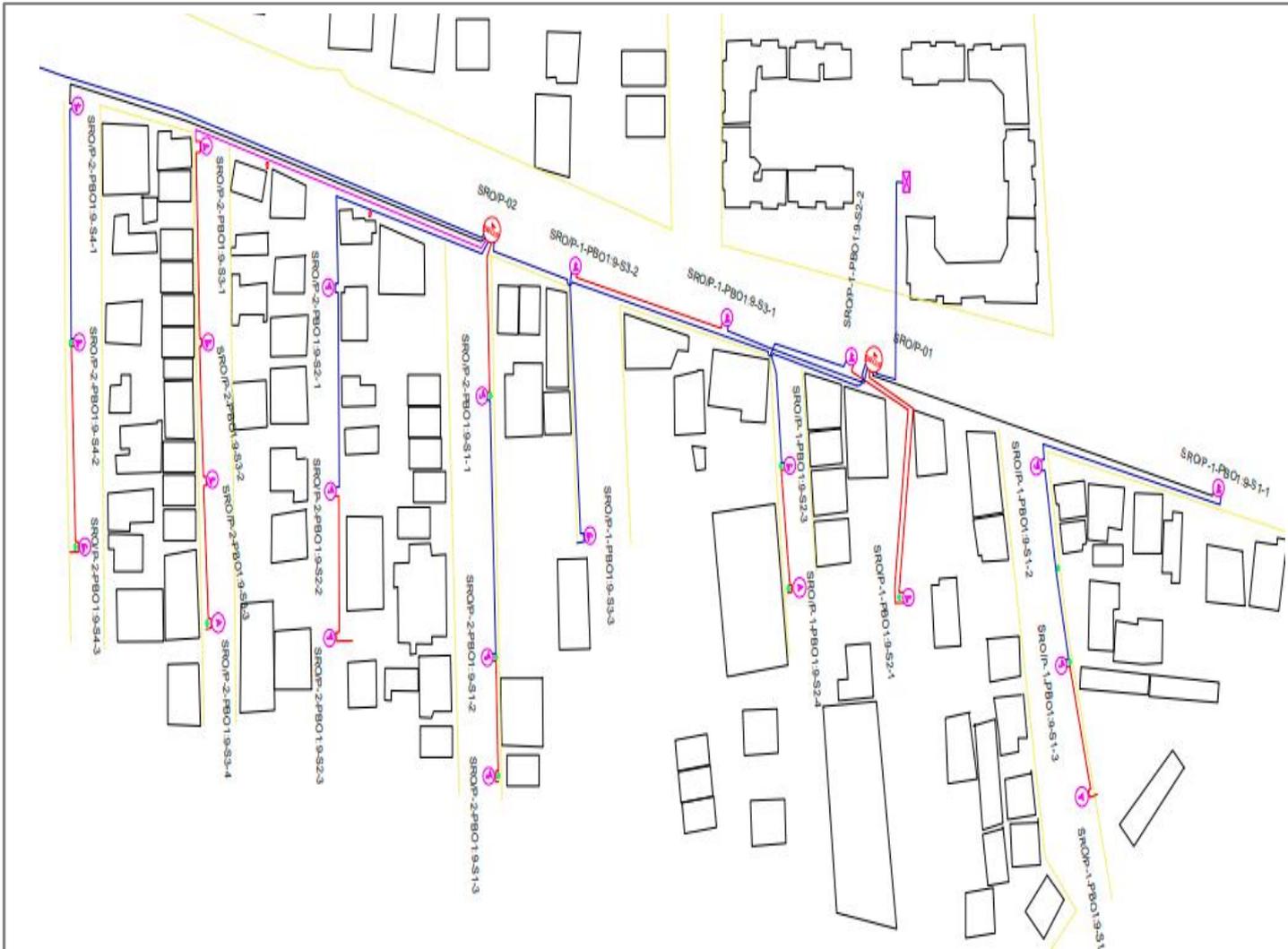


Figure III. 17 .schéma de Câble partie distribution par méthode Fast-Connect.

b) Dimensionnement des câbles FO « Partie Transport » par méthode Fast-Connect

Le tableau est utilisé pour concevoir et calculer la longueur totale de câble optique nécessaire pour une installation particulière. Il décrit les positions de départ et d'arrivée, les types de câbles utilisés, les majorations et les procédures nécessaires pour assurer une installation de câble efficace et sans tension.

Chapitre III Comparaison entre méthode traditionnel et fast-connect lors de la mise en place de FTTH

Dossier d'exécution des études APS - FTTH | Version 3.0

3-Dimensionnement des Câbles FO "Partie Transport"

N°	Ligne	Section		Type de câble	Cable FO		Chambre avec joint		Chambre sans joint		Mou pour les Chambres des Sections		Total	Modele SRO
		Départ A	Arrivé B		Longueur du Cable	Majoration 3%	Quantité	10 m de mou(*)	Quantité	2m de mou	Point de départ A	Point d'arrivé B		
1	Cable 12FO	SRO-008	SRO128-03	FO12	600	18	0	0	5	10	14	6	648	PSRO 128 (4 sorties avec splitter)
														PSRO 256/45 (4 sortie sans splitter)
														PSRO 256/85 (8 sortie avec splitter)
														PSRO 512 (8 sortie sans splitter)
Total													648	

(*) 10 mètre de mou : 4 mètres entrée+ 2 mètres cassette+ 4 mètres sortie
 (**) Cette partie concerne l'ODN préconnectarié

Figure III. 18 Dimensionnement des câbles FO « Partie Transport » par méthode Fast-Connect

Dimensionnement des câbles FO « Partie Transport » par méthode Fast-Connect

Ce document excel garantit une planification et une allocation précises des ressources pour le déploiement de la FTTH, contribuant ainsi à l'exécution efficace du projet et à l'installation de l'infrastructure. Le tableau est divisé en plusieurs pages, chacune résumant les besoins des différents îlots et énumérant les types et quantités précis de câbles nécessaires pour chaque villa et chaque îlot. Par exemple, l'îlot 01 contient des villas avec un total de sept clients potentiels. Ces villas sont connectées via le SRO-01 à divers points PBO et à des longueurs de câbles particulières.

Chapitre III Comparaison entre méthode traditionnel et fast-connect lors de la mise en place de FFTH

Dossier d'exécution des études APD - FFTH | Version3.0

4- Dimensionnement Câble de Distribution & branchement client FO preconnectorisé plug&play-D1&D2

Code Cite: C350-002-008 Type : Pavillonnaire
 Nom de Site: EXTENSION OULED BELHADI DERRIERE 269 LOGTS LPP

N° d'LOT	Numéro de villa	Client Potentiel	Total Client Potentiel	N°SRO	SRO/N°Sortie	N° PBO	Cable de distribution FO préconnectorisé					Cable de branchement FO préconnectorisé					Boitier de jonction distribution	
							50 Mètre	100 Mètre	150 Mètre	200 Mètre	300 Mètre	15 Mètre	30 Mètre	50 Mètre	80 Mètre	100 Mètre		
Ilot01	villa 01	1	7	SRO-01-S1	SRO-01-S1	PBO1-1-9-S1	0	0	0	1	0	0	0	2	2	4	0	
	villa 02	1					0	0	0	0	0	0	2	4	1	0		
	villa 03	1					0	0	0	0	0	0	2	4	1	0		
	villa 04	1					0	0	0	0	0	0	2	4	1	0		
	villa 05	1					0	0	0	0	0	0	2	4	1	0		
	villa 06	1					0	0	0	0	0	0	2	4	1	0		
	villa 07	1					0	0	0	0	0	0	2	4	1	0		
	villa 08	1	7			PBO2-1-9-S1	0	1	0	0	0	0	0	0	2	4	1	0
	villa 09	1					0	0	0	0	0	0	2	4	1	0		
	villa 10	1					0	0	0	0	0	0	2	4	1	0		
	villa 11	1					0	0	0	0	0	0	2	4	1	0		
	villa 12	1					0	0	0	0	0	0	2	4	1	0		
	villa 13	1					0	0	0	0	0	0	2	4	1	0		
	villa 14	1					0	0	0	0	0	0	2	4	1	0		
	villa 15	1	6			PBO3-1-9-S1	0	1	0	0	0	0	0	0	4	2	1	0
	villa 16	1					0	0	0	0	0	0	4	2	1	0		
	villa 17	1					0	0	0	0	0	0	4	2	1	0		
	villa 18	1					0	0	0	0	0	0	4	2	1	0		
	villa 19	1					0	0	0	0	0	0	4	2	1	0		
	villa 20	1					0	0	0	0	0	0	4	2	1	0		
	villa 21	1					0	0	0	0	0	0	4	2	1	0		
	villa 22	1	7			PBO4-1-8-S1	1	0	0	0	0	0	0	0	3	2	3	0
	villa 23	1					0	0	0	0	0	0	3	2	3	0		
	villa 24	1					0	0	0	0	0	0	3	2	3	0		
	villa 25	1					0	0	0	0	0	0	3	2	3	0		
	villa 26	1					0	0	0	0	0	0	3	2	3	0		
	villa 27	1					0	0	0	0	0	0	3	2	3	0		
villa 28	1	0		0	0		0	0	0	3	2	3	0					
Ilot02	villa 01	1	7	SRO-01	SRO-01-S2	PBO1-1-9-S1	1	0	0	0	0	0	0	1	2	4	0	
	villa 02	1					0	0	0	0	0	0	1	2	4	0		
	villa 03	1					0	0	0	0	0	0	1	2	4	0		
	villa 04	1					0	0	0	0	0	0	1	2	4	0		
	villa 05	1					0	0	0	0	0	0	1	2	4	0		
	villa 06	1					0	0	0	0	0	0	1	2	4	0		
	villa 07	1					0	0	0	0	0	0	1	2	4	0		
	villa 08	1	8			PBO2-1-9-S1	1	0	0	0	0	0	0	0	3	4	1	0
	villa 09	1					0	0	0	0	0	0	3	4	1	0		
	villa 10	1					0	0	0	0	0	0	3	4	1	0		
	villa 11	1					0	0	0	0	0	0	3	4	1	0		
	villa 12	1					0	0	0	0	0	0	3	4	1	0		
	villa 13	1					0	0	0	0	0	0	3	4	1	0		
	villa 14	1					0	0	0	0	0	0	3	4	1	0		
	villa 15	1	6			PBO3-1-9-S1	0	1	0	0	0	0	0	0	2	2	2	0
	villa 16	1					0	0	0	0	0	0	2	2	2	0		
	villa 17	1					0	0	0	0	0	0	2	2	2	0		
	villa 18	1					0	0	0	0	0	0	2	2	2	0		
	villa 19	1					0	0	0	0	0	0	2	2	2	0		
	villa 20	1					0	0	0	0	0	0	2	2	2	0		
	villa 21	1					0	0	0	0	0	0	2	2	2	0		
villa 22	1	7	PBO4-1-8-S1	1	0	0	0	0	0	0	0	2	4	1	0			
villa 23	1			0	0	0	0	0	0	2	4	1	0					
villa 24	1			0	0	0	0	0	0	2	4	1	0					
villa 25	1			0	0	0	0	0	0	2	4	1	0					
villa 26	1			0	0	0	0	0	0	2	4	1	0					
villa 27	1			0	0	0	0	0	0	2	4	1	0					
villa 28	1			0	0	0	0	0	0	2	4	1	0					
Ilot03	villa 01	1	8	SRO-01-S3	SRO-01-S3	PBO1-1-9-S1	0	1	0	1	0	0	0	4	4	0		
	villa 02	1					0	0	0	0	0	4	4	0				
	villa 03	1					0	0	0	0	0	4	4	0				
	villa 04	1					0	0	0	0	0	4	4	0				
	villa 05	1					0	0	0	0	0	4	4	0				
	villa 06	1					0	0	0	0	0	4	4	0				
	villa 07	1					0	0	0	0	0	4	4	0				
	villa 08	1	6			PBO2-1-9-S1	1	0	0	0	0	0	0	2	3	1	0	
	villa 09	1					0	0	0	0	0	2	3	1	0			
	villa 10	1					0	0	0	0	0	2	3	1	0			
	villa 11	1					0	0	0	0	0	2	3	1	0			
	villa 12	1					0	0	0	0	0	2	3	1	0			
	villa 13	1					0	0	0	0	0	2	3	1	0			
	villa 14	1					0	0	0	0	0	2	3	1	0			
	villa 15	1	7			PBO3-1-9-S1	0	1	0	0	0	0	0	0	2	4	1	0
	villa 16	1					0	0	0	0	0	0	2	4	1	0		
	villa 17	1					0	0	0	0	0	0	2	4	1	0		
	villa 18	1					0	0	0	0	0	0	2	4	1	0		
	villa 19	1					0	0	0	0	0	0	2	4	1	0		
	villa 20	1					0	0	0	0	0	0	2	4	1	0		
	villa 21	1					0	0	0	0	0	0	2	4	1	0		
Total		76	76				5	5	0	2	0	0	0	0	23	33	23	0

Figure III. 19 Dimensionnement des cables FO « Partie distribution » par methode Fast-Connect

Calcul de budget optique de la liaison optique pré-connecté

Ce document propose une analyse complète du budget optique pour une liaison ODN pré connecté, garantissant que toutes les pertes potentielles sont incluses pour fournir des performances réseau optimales.

Chapitre III Comparaison entre méthode traditionnel et fast-connect lors de la mise en place de FFTH

A partir d'un schéma de liaison optique qui montre les différentes étapes de liaison optique depuis l'OLT (Optical Line Terminal) jusqu'à l'ONT (Optical Network Terminal), le document montre ensuite :

- les différents points intermédiaires, tels que l'ODF (Optical Distribution Frame), le BPE, le SRO (Service Resource Offices) et le PBO (Points de Branchement Optique).
- Les distances entre ces lieux sont précisées ; par exemple, la distance OLT-SRO est de 1,6 km, la distance SRO-PBO1 est de 0,3 km, etc.

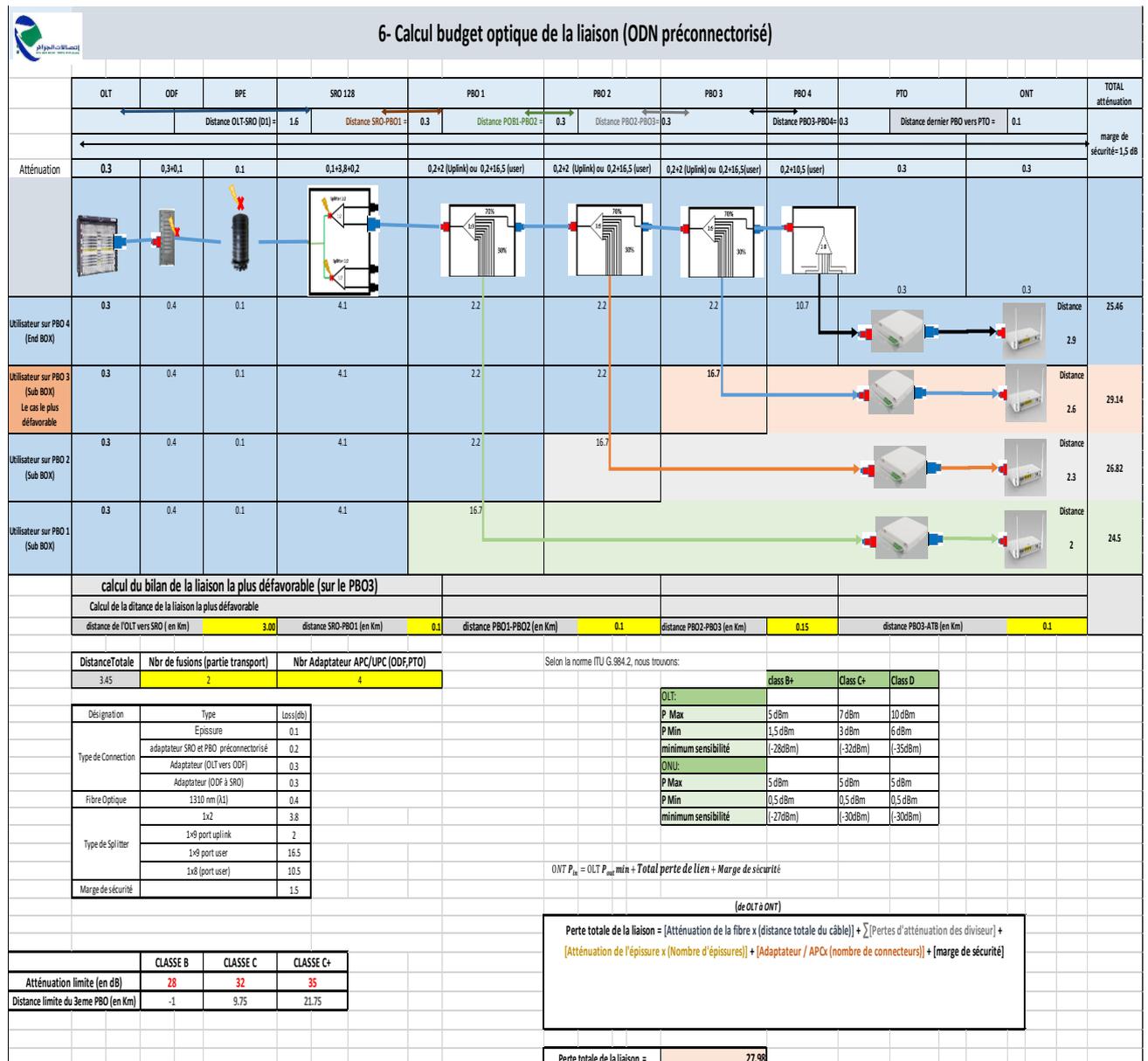


Figure III. 20 .Calcul de budget optique de la liaison optique pré connecté

Chapitre III Comparaison entre méthode traditionnel et fast-connect lors de la mise en place de FFTH

c) Tableau zone d'influence (méthode fast-connect)

Les ingénieurs et les techniciens chargés de l'installation et de la maintenance du réseau FTTH doivent avoir accès à ce tableau. Il donne un aperçu détaillé de la distribution de la fibre dans une zone donnée (méthode fast-connect), en soulignant les équipements requis, les points de connexion et les capacités de chaque segment du réseau.

Dossier d'exécution des études APD - FTTH | Version 3.0

Tableau zone d influence																							
Port OLT	ODF		Câble Transport T		SRO 128/P-01			Câble distribution	PBO														
	Unité de fusion(tiroir)	Port	Transport T1		N°Port tête transport SRO	N° Coupleur (1:2)			N°Port tête distribution SRO	Type PBO (1:9/1:8 FO)	Code PBO	N° Coupleur N2 (1:8)	Port de Sortie (Branchement Clients)										
			Nom du câble	Brin		N° Coupleur N1 (1:2)	Port de sortie						1	2	3	4	5	6	7	8			
Unite 1			câble UP LINK 12FO --> SRO1	1	1	1	1	1	1:9 FO	SRO/P-01-PBO1:9-S1-1	1												
									1:9 FO	SRO/P-01-PBO1:9-S1-2	1												
								1:9 FO	SRO/P-01-PBO1:9-S1-3	1													
								1:8 FO	SRO/P-01-PBO1:8-S1-4	1													
							2	2	2	1:9 FO	SRO/P-01-PBO1:9-S2-1	1											
										1:9 FO	SRO/P-01-PBO1:9-S2-2	1											
									1:9 FO	SRO/P-01-PBO1:9-S2-3	1												
									1:8 FO	SRO/P-01-PBO1:8-S2-4	1												
						2	2	2	1	3	1:9 FO	SRO/P-01-PBO1:9-S3-1	1										
									1:9 FO	SRO/P-01-PBO1:9-S3-2	1												
								1:9 FO	SRO/P-01-PBO1:9-S3-3	1													
								1:8 FO	ATT	/													

Figure III. 21 :Tableau zone d'influence (méthode fast-connect)

d) Avantages de la méthode Fast -Connect

❖ Rapidité de Déploiement

Grâce aux câbles pré-connectés, la méthode Fast-Connect permet une installation plus rapide. Le temps de déploiement peut être réduit de 30 à 50 % par rapport à la méthode traditionnelle.

❖ Réduction des Coûts

Moins de travaux de génie civil et de main-d'œuvre spécialisée sont nécessaires, ce qui réduit les coûts globaux du projet. Les économies réalisées peuvent être réinvesties dans des projets futurs ou ailleurs dans le déploiement.

❖ Facilité d'Installation

La méthode Fast-Connect nécessite moins de compétences spécialisées pour aligner les fibres. Conçus pour être facilement utilisés par des techniciens généralistes, les connecteurs rapides simplifient le processus de recrutement et de formation.

e) Inconvénients

❖ Durabilité et Fiabilité

Il est possible que les connecteurs rapides ne soient pas aussi robustes que les connecteurs soudés par fusion. Les risques de défaillance et de détérioration des connexions peuvent être plus élevés, en particulier dans les environnements difficiles ou exposés.

❖ Limitations Techniques

Dans certaines topologies de réseau complexes, la méthode Fast-Connect peut s'avérer moins polyvalente. Les connecteurs pré-connectés peuvent ne pas fonctionner dans toutes les situations ; dans certains cas, des solutions hybrides ou des ajustements sont nécessaires.

III.2.5-Comparaison et Analyse

a) Temps de Déploiement

❖ Méthode Traditionnelle

La méthode de déploiement traditionnelle nécessite généralement plus de temps en raison des nombreuses étapes impliquées, telles que les travaux de génie civil, le positionnement des fibres et les soudures. Le temps de déploiement global peut varier en fonction de la taille du réseau et de la complexité du terrain, mais il est généralement estimé entre plusieurs mois et un an.

❖ Méthode Fast-Connect

La méthode Fast-Connect réduit considérablement le temps de déploiement. Grâce à l'utilisation de câbles pré-connectés et à des procédures de micro-réglage, le déploiement peut être accéléré de 30 à 50 %, ce qui permet une mise en service plus rapide du réseau.

b) Coûts

❖ Méthode Traditionnelle

Les coûts initiaux de la méthode traditionnelle sont élevés en raison de la nécessité d'une main d'œuvre spécialisée, d'équipements de soutien et de travaux de génie civil. Les réparations et les réglages nécessaires devant être effectués avec complexité, les coûts de maintenance peuvent également être plus élevés.

❖ Méthode Fast-Connect

Le coût initial des câbles pré-connectés peut être plus élevé, mais cette différence est largement compensée par les économies réalisées sur la main-d'œuvre et les travaux de génie civil. Les coûts globaux du projet sont souvent réduits et les économies peuvent être réinvesties dans d'autres fonctionnalités du réseau.

Chapitre III Comparaison entre méthode traditionnel et fast-connect lors de la mise en place de FTTH

c) Performances

❖ Méthode Traditionnelle

Les résultats de la méthode traditionnelle sont légèrement meilleurs en termes de fiabilité de connexion. Les liaisons par fusion assurent une connexion solide et durable tout en réduisant la perte de signal et le risque de panne.

❖ Méthode Fast-Connect

Les progrès technologiques dans le domaine des connecteurs rapides tendent à réduire l'écart de performance avec la méthode conventionnelle. Cependant, dans des situations extrêmement difficiles, les connecteurs peuvent être plus sujets aux pannes et aux dégradations.

d) Adaptabilité

❖ Méthode Traditionnelle

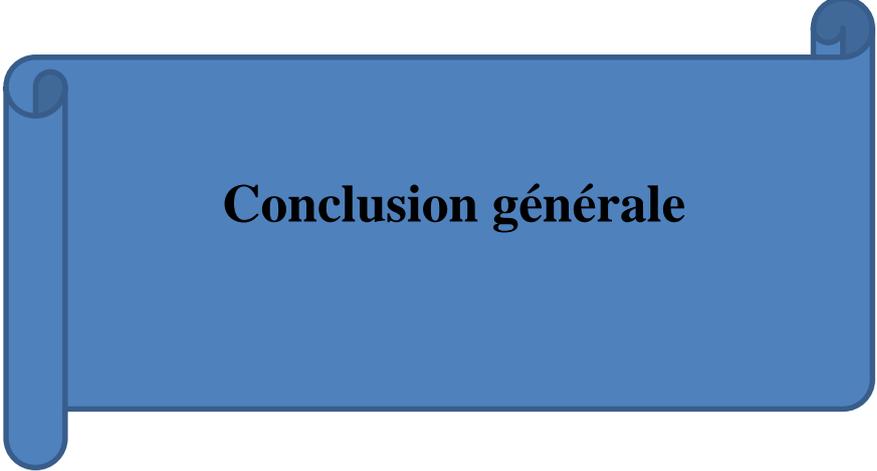
Cette méthode offre une plus grande adaptabilité aux conceptions de réseaux complexes et aux terrains difficiles. Elle permet une personnalisation en fonction des exigences uniques du projet et des contraintes locales, ce qui peut être essentiel pour certains déploiements.

❖ Méthode Fast-Connect

Grâce aux développements en cours, la méthode Fast-Connect devient de plus en plus adaptable à de nombreux scénarios. Elle peut cependant s'avérer moins adaptable dans certaines situations complexes, nécessitant des solutions hybrides ou des ajustements particuliers.

Conclusion

Le déploiement de la technologie de fibre optique jusqu'à l'abonné (FTTH) présente à la fois de nouveaux défis et de nouvelles opportunités, tant par les méthodes traditionnelles que par Fast-Connect. Bien que son processus long et coûteux puisse entraîner des contraintes de temps et de ressources, la méthode traditionnelle offre une robustesse inégalée et une fiabilité éprouvée. En revanche, la méthode Fast-Connect se distingue par sa rapidité et son coût peu élevé, mais elle peut poser des problèmes de fiabilité à long terme. Le choix entre ces deux approches repose sur les besoins particuliers du projet, les contraintes budgétaires et les délais. Afin de prendre une décision éclairée, les décideurs doivent soigneusement peser les avantages et les inconvénients de chaque approche.



Conclusion générale

Conclusion Générale

Dans ce mémoire, nous avons examiné en détail les nombreux aspects du déploiement de la technologie fibre optique jusqu'à l'abonné (FTTH). Le premier chapitre a posé les bases en décrivant les caractéristiques générales de la fibre optique et en soulignant son importance croissante dans le domaine des télécommunications.

Dans le deuxième chapitre, nous avons abordé en détail le matériel utilisé dans le déploiement FTTH et l'importance des équipements spécialisés et des technologies de pointe pour fournir des connexions fiables et efficaces.

Le troisième chapitre a constitué le cœur de notre analyse, en comparant de manière exhaustive les approches traditionnelle et Fast-Connect dans l'étude préalable au déploiement de la fibre optique. Nous avons pris en considération les avantages, les inconvénients et les implications opérationnelles et financières de chaque approche.

Le choix entre la méthode traditionnelle et Fast-Connect pour le déploiement de la technologie fibre optique jusqu'à l'abonné (FTTH) repose sur un certain nombre de facteurs spécifiques au projet, tels que le budget, le calendrier et les contraintes techniques. Chaque méthode présente ses propres avantages et inconvénients qui doivent être soigneusement étudiés.

La méthode Fast-Connect offre des avantages considérables en termes de coût et de rapidité. L'utilisation de composants pré connectés et de techniques plug-and-play permet une installation rapide, ce qui la rend parfaite pour les déploiements qui nécessitent un service rapide et une flexibilité accrue. Cela est particulièrement avantageux pour les zones urbaines densément peuplées et les projets à court terme lorsque le temps et le coût sont des facteurs critiques.

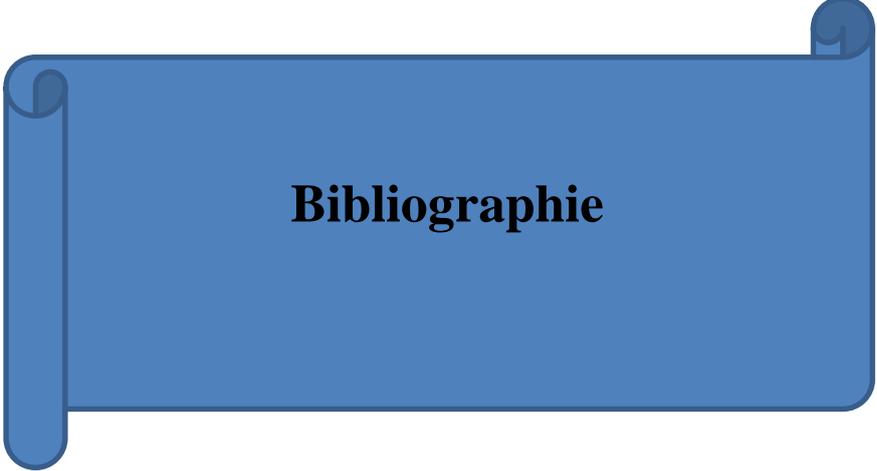
En revanche, la méthode traditionnelle est synonyme de fiabilité et de robustesse. Les soudures par fusion assurent une connexion solide et durable, réduisant les pertes de signal et les risques de panne. Cette approche est particulièrement adaptée aux projets de grande envergure et aux environnements exigeants où la qualité et la durabilité sont cruciales. Mais comme elle nécessite plus d'expertise technique et de travaux de génie civil, elle s'accompagne de coûts plus élevés et de délais plus longs.

Avant de choisir la méthode la plus appropriée, une analyse approfondie des coûts, des délais, des exigences techniques et des impacts à long terme sur la performance du réseau est essentielle pour prendre une décision stratégique éclairée. Les besoins spécifiques du projet, tels que la taille et la complexité du réseau, ainsi que les contraintes budgétaires et les délais impartis, doivent être pris en compte.

Conclusion Générale

De plus, des facteurs locaux tels que l'infrastructure existante et le terrain peuvent avoir un impact sur le choix de la méthode de déploiement. Il est également essentiel d'évaluer les ressources disponibles, notamment le personnel qualifié et l'équipement requis pour chaque méthode. L'option la plus rentable sera identifiée via une comparaison des coûts qui prend en compte à la fois l'investissement initial et les coûts de maintenance à long terme.

Enfin, il faut tenir compte des effets à long terme sur les performances du réseau, en anticipant les besoins futurs en bande passante et en garantissant la longévité et l'évolution de l'infrastructure. En résumé, une évaluation approfondie et complète de ces considérations stratégiques est nécessaire pour garantir le succès et la longévité du déploiement de la fibre optique jusqu'à l'abonné.



Bibliographie

Bibliographie

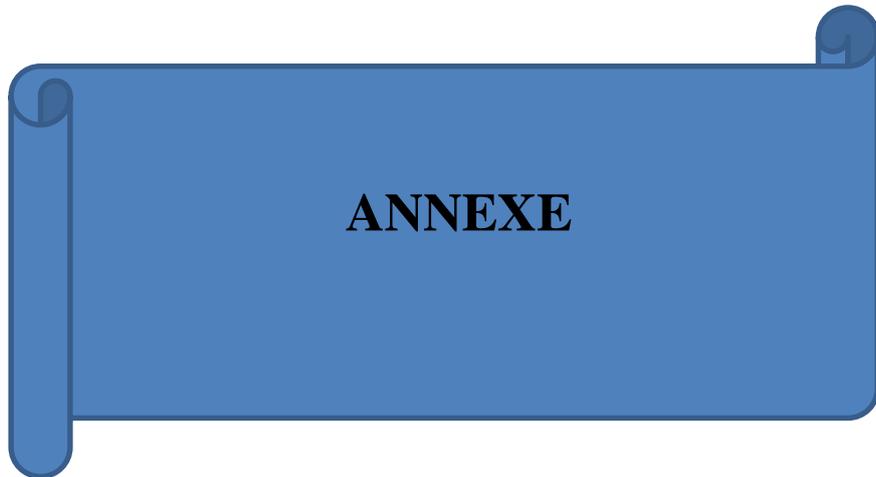
- [1] Fibre optique – Définition-, [en ligne][<https://www.techno-science.net/glossaire-definition/Fibre-optique.html>]
- [2] Syndicat Professionnel des Fabricants de Fils et Câbles Électriques et de Communication. *DT Fibre optique : Structures et caractéristiques*. 2021.
- [3] fibre-optique, [en ligne], [<http://physique.unice.fr/sem6/2013-2014/PagesWeb/PT/Fibres/fibre-optique.html>]
- [4] Boutelli, Khaoula, and Soumia Bentouati, « *Étude et conception des fibres optiques microstructurées* ». Université Kasdi Merbah Ouargla, 2021.
- [5] Transmission sur fibre optique, [en ligne][https://igm.univ-mlv.fr/~dr/XPOSE2009/Transmission_sur_fibre_optique/types.html]
- [6] Single Mode vs Multimode Fibre : Différence and comparaison. [en ligne][<https://askanydifference.com/difference-between-single-mode-and-multimode-fiber-with-table/>]
- [7] Lois de Snell-Descartes de la réfraction, [en ligne] [<https://webphysique.fr/465-2/>]
- [8] upcoming-seminars
[en ligne][<http://siteheritage.csdecou.qc.ca/heritage2011/robertsonm/sites.google.com/site/larefraction/upcoming-seminars.html>]
- [9] GUETTAL, Idir, IFRIHADDADENE, Adel. «*Étude d'une liaison par fibre optique à haut débit « Technologie WDM »* ». Université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou, Faculté du Génie Electrique et Informatique, Département d'Électronique, 2010.
- [10] Différents types de pertes dans la fibre optique, [en ligne],
[<https://community.fs.com/fr/article/how-to-reduce-various-types-of-losses-in-optical-fiber.html>]
- [11] Comprendre la dispersion des fibres optiques et ses méthodes de compensation
,[en ligne][<https://ascentoptics.com/blog/fr/understanding-optical-fiber-dispersion-and-its-compensation-methods/>]
- [12] **Types de Dispersion des Fibres Optiques et Stratégies de Compensation**
,[en ligne],[<https://community.fs.com/fr/article/types-of-optical-fiber-dispersion-and-compensation-strategies.html>]
- [13] Keiser, Gerd. *Optical Fiber Communications*. 4th ed., McGraw-Hill, 2010.
- [14] figures FTTC FTTB FTTH [en ligne], [<https://fr.scribd.com/document/540484087/Etude-et-installation-du-reseau-optique-FTTH-Presente-par-DEHMANI-et-NEBBACH-Encadre-par-MAZOUZI-4>]

Bibliographie

- [15] FAOUSSI Hanane, « Etude et planification d'un réseau haut débit FTTH », mémoire fin d'étude, université de boumerdes , 2022 /2023.
- [16] KHOBIZI Meryem et BOUKESKES Rayane, « Etude et analyse des performances d'un réseau optique passif bidirectionnel SAC-OCDMA-BPON », Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme de Master Académique, Université 8Mai 1945 – Guelma, juin 2023.
- [17] BOUKHELLOUF Yousra et MEROUANE Rihab, « ETUDE ET TESTE DES PERFORMANCES D'UNE LIAISON FTTH », Mémoire de fin de Formation, Institut National Spécialisé de Formation Professionnelle Bou-Ismaïl Tipaza, 2021-2023.
- [18] HAMCHAOUI Massinissa et AMARA Serina, « Etude d'un système FTTH (Fiber To The Home)», MEMOIRE EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE MASTER, UNIVERSITE A.MIRA-BEJAIA, année 2018-2019.
- [19] Jean-Louis VERNEUIL, « Simulation de systèmes de télécommunications par fibre optique à 40 Gbits/s », THESE Pour obtenir le grade de DOCTEUR DE L'UNIVERSITE DE LIMOGES, UNIVERSITE DE LIMOGES, Le vendredi 21 novembre 2003.
- [20] DAHMANI lies et NEBBACHE Mohammed, « étude et installation du réseau optique FTTH », Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur de l'État, institut national des télécommunication et des technologie de l'information et de la communication (INTTIC), 08-09-2021.
- [21] Fibre, [enligne][http://jm.telecoms.free.fr/QCM_Fibre/QCM_Fibre.html]
- [22] Outdoor Terminal Box ,[enligne] [https://fr.made-in-china.com/co_softel-optic/product_Fiber-Optic-Outdoor-Terminal-Box-1X8-Termination-Box-Fiber_ersunrooy.html]
- [23] <https://communaute.sosh.fr/t5/Ma-ligne-Internet-configuration/Installation-bo%C3%A0tier-fibre-et-livebox/td-p/2288604>
- [24] Algérie Telecom. (2020). *Règles d'ingénierie des Études FTTX*. Date de création : 30 avril 2020. Nombre de pages : 23.
- [25] Algérie Télécom. (2019). *Travaux de Construction de Lignes abonnés visa 160*. Date de création : 26 mai 2019. Nombre de pages : 45.
- [26] Cercle CREDO. (2017). *Déploiement des réseaux FTTH*. Date de création : 10 novembre 2017. Nombre de pages : 212.
- [27] Optical Time Domain Reflectometer
[enligne][https://www.wikiwand.com/fr/Fichier:OTDR_-_Yokogawa_AQ7270_-_1.jpg]

Bibliographie

- [28] Algérie Telecom. (2020). PPT ODN préconnectorisé. Date de création : 30 avril 2020.
Nombre de pages : 26.
- [29] Router-Switch, [enligne] [<https://www.router-switch.com/fr/huawei-hg8245h-price.html>]
- [30] Coupleurs[enligne] [<https://shop.tetradis.com/fr/category/125/coupleurs>]



Chapter I : L'organisme d'accueil

I.1- Introduction

Dans ce chapitre notre travail est consacré à la présentation globale d'environnement du projet dans un premier temps nous allons présenter l'entreprise d'Algérie Télécom ensuite nous donnons un aperçu général sur l'objectif et les activités de l'entreprise et ses missions ainsi ses besoins, puis nous présenterons l'organigramme d'accueil Algérie Télécom plus précisément dans son rôle de transmission.



I.2- Présentation de l'organisme d'accueil

I.2.1- Présentation d'Algérie Télécom

Algérie Télécom est le leader sur le marché Algérien des télécommunications qui connaît une forte croissance. Offrant une gamme complète de services de voix et de données aux clients résidentiels et professionnels. Algérie Télécom, est une société par actions à capitaux publics opérant sur le marché des réseaux et services de communications électroniques.

Sa naissance a été consacrée par la loi 2000/03 du 5 août 2000, fixant les règles générales relatives à la poste et aux télécommunications ainsi que les résolutions du conseil national aux participations de l'Etats (CNPE) du 1er Mars 2001 portant sur la création d'une Entreprise Publique Economique dénommée « Algérie Télécom ».

Annexe

Algérie Télécom est donc régie par cette loi qui lui confère le statut d'une entreprise publique économique sous la forme juridique d'une société par actions SPA au capital social de 115.000.000.000 Dinars et inscrite au centre du registre de commerce le 11 mai 2002.

Entrée officiellement en activité à partir du 1er janvier 2003, elle s'engage dans le monde des technologies de l'Information et de la Communication avec trois objectifs :

- Rentabilité.
- Efficacité.
- Qualité de service.

Son ambition est d'avoir un haut niveau de performance technique, économique, et sociale pour se maintenir durablement leader dans son domaine, dans un environnement devenu.

I.2.2 -Activités de l'organisme d'accueil :

L'activité majeure d'Algérie Télécom est de :

- ✓ Fournir des services de télécommunication permettant le transport et l'échange de la voix, de messages écrits, de données numériques, d'informations audiovisuelles.
- ✓ Développer, exploiter et gérer les réseaux publics et privés de télécommunications.
- ✓ Etablir, exploiter et gérer les interconnexions avec tous les opérateurs des réseaux.

Algérie Télécom a, dans le cadre du renforcement et de la diversification de ses activités, mis en œuvre un plan de filialisation des activités liées au mobile et satellite qui s'est traduit par sa Transformation en groupe auquel sont rattachées trois filiales :

- **Algérie Télécom Mobile ATM (MOBILIS)**

Société par actions au capital social de 100.000.000 DA, pour la téléphonie mobile.

- **Algérie Télécom Satellite ATS (RevSat)**

Société par actions au capital social de 100.000.000 DA, pour le réseau satellitaire.

- **Algérie Télécom AT**

Pour le réseau internet et téléphone. Algérie Télécom a comme activité principale la téléphonie fixe et pour laquelle elle est actuellement en position de monopole. Elle intervient aussi dans le mobile avec sa filiale Mobilis, via les satellites : VSAT, INMARSAT, GMPCS Thuraya. et Et dans l'internet : voix sur IP et ADSL, et elle offre des services de base tels que la consultation de pages web, transfert de fichiers FTP, ...etc. à travers DJAWEB.

Annexe

Elle offre encore des services de transmissions de donnée par paquet (DZPAC et MEGAPAC), l'accès à internet à haut débit (ADSL), le service télex et les services de lignes spécialisées nationales et internationales.

I.3- Objectifs de l'activité :

Algérie Télécom est engagée dans le monde des technologies de l'information et de la communication avec les objectifs suivants :

- ✓ Accroître l'offre de services téléphoniques et faciliter l'accès aux services de télécommunications au plus grand nombre d'utilisateurs, en particulier en zones rurales.
- ✓ Accroître la qualité de services offerts et la gamme de prestations rendues et rendre plus compétitifs les services de télécommunications.
- ✓ Développer un réseau national de télécommunication fiable et connecté aux autoroutes de l'information.

• Réseau de transmission

Algérie Télécom utilise un réseau national de transmissions numériques composé de 23.262 Km de câbles à fibres optiques, dont en câbles sous-marins et faisceaux hertziens numériques.

• Réseau commercial

En plus de son propre réseau commercial composé de 95 agences (y compris celles de Mobilis), 145 divisions commerciales et plus de 22.000 kiosques multi services (KMS), Algérie Télécom utilise le réseau d'Algérie Poste (3.500 points de ventes), Gécoc (provider), ANEP messagerie et GTS Phone2, qui devient en Janvier 2005 distributeur officiel du premier opérateur de téléphonie mobile en Algérie MOBILIS.

I.4 - La structure générale d'Algérie télécom :

La nouvelle organisation a été pensée : pyramidale pour les structures centrales, régionale, pour les directions opérationnelles de wilayas, et matricielle, pour une meilleure prise en charge des projets d'envergure nécessite l'implication des services d'une manière fonctionnelle.

L'organigramme de la nouvelle organisation de l'entreprise est illustré comme suit :

I.4.1-Organisation générale de la société d'Algérie télécom :

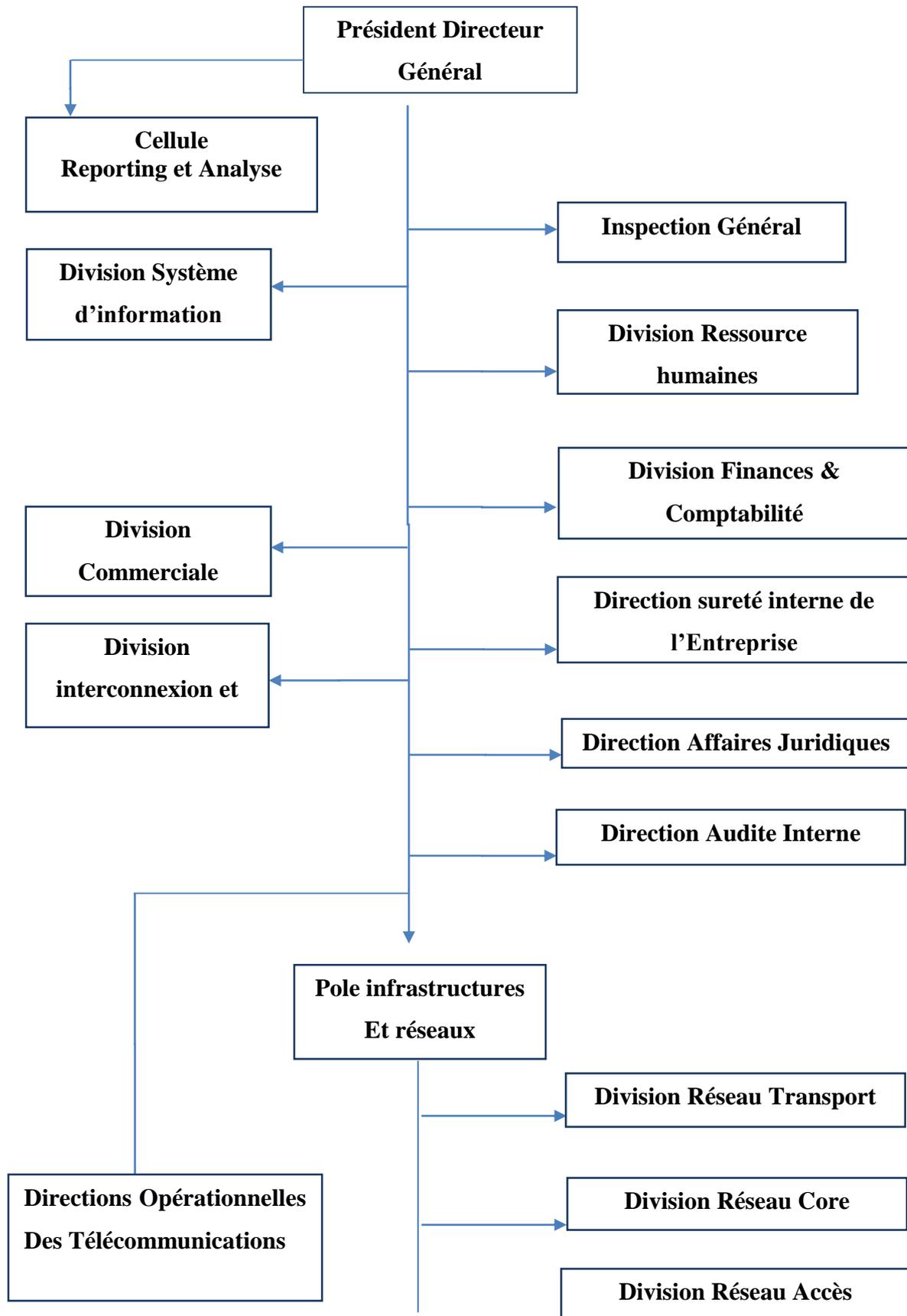


Figure 1.1. La structure générale d'Algérie télécom

I.4.2- Organisation de la direction opérationnelle :

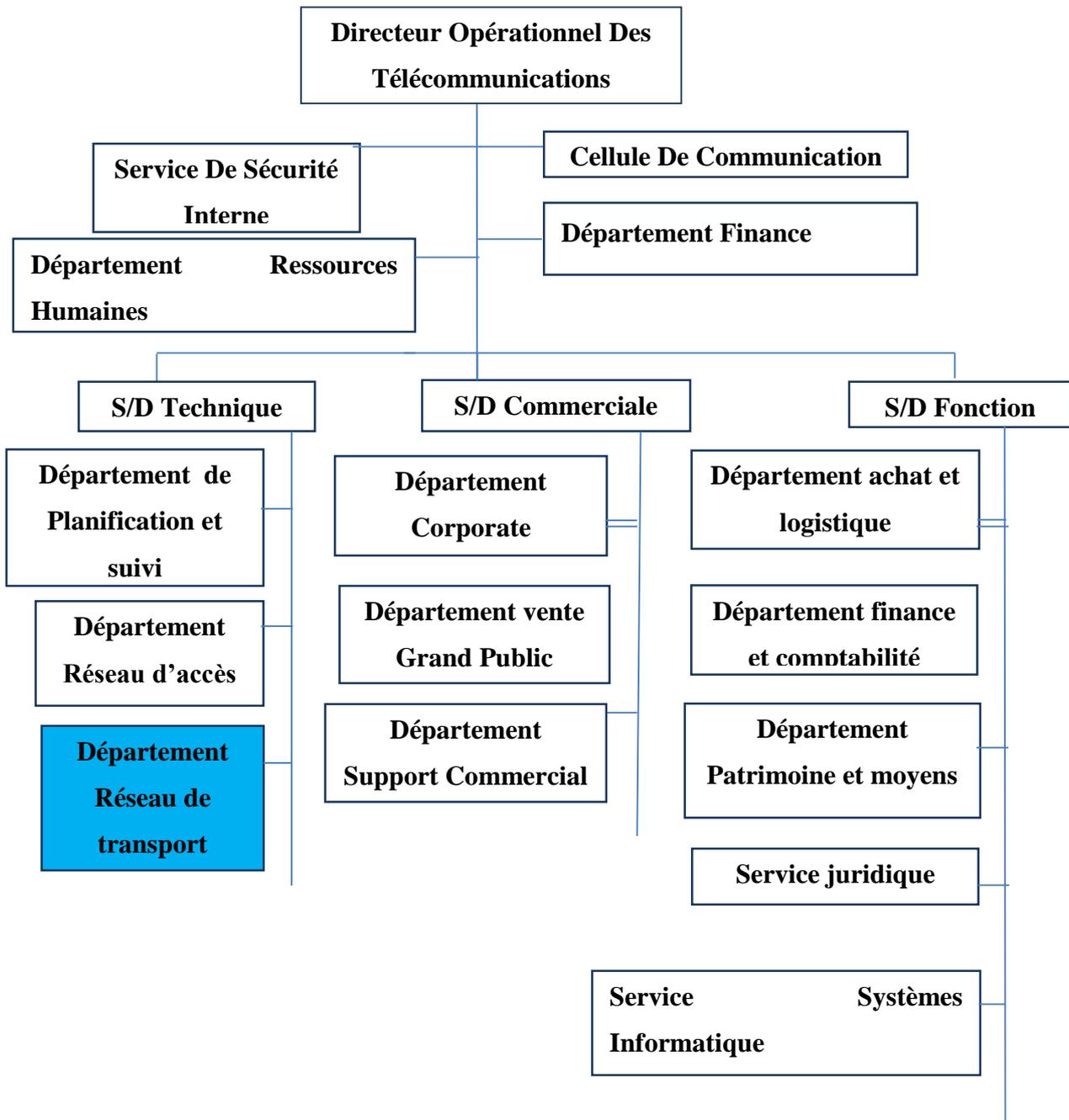


Figure 1.2. Organigramme de la direction opérationnel