



وزارة البحث العلمي والتعليم العالي  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPEREUR ET DE  
LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
جامعة عبد الحميد ابن باديس مستغانم  
Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem  
كلية العلوم و التكنولوجيا  
Faculté des Sciences et de la Technologie  
DEPARTEMENT DE GENIE ELECTRIQUE



## MEMOIRE

Présenté pour obtenir le diplôme de

### MASTER EN GENIE ELECTRIQUE

Filière : Télécommunications

Spécialité : Systèmes des télécommunications

Par

**AMARICHE Aamer**

**GHOMARI Mohamed El-Yazid**

### Intitulé du sujet

**Dimensionnement d'un site pour l'installation de réseau FTTH**

Soutenue le 26/06/2023 devant le jury composé de :

Présidente:	Dr.REZINI Saliha	MCA	Université de Mostaganem
Examinatrice :	Dr.BENCHELLAL Amel	MCB	Université de Mostaganem
Encadrent :	Dr.BECHIRI Fatiha	MCA	Université de Mostaganem

Année Universitaire 2022/2023

# Remerciements

Ce travail n'aurait pas abouti sans la bénédiction de dieu le tout puissant, qui m'a donné le courage, la patience et la volonté pour réaliser ce projet.

Merci dieu

Nous tenons à remercier notre encadreur Dr Bechiri FATIHA pour ses orientations, ses conseils et l'aide qu'elle nous apportée durant la réalisation de ce travail.

Nous adressons aussi nos remerciements aux membres de jury Mme REZINI SALIHA et Mme BENCHELLAL AMEL qui nous feront l'honneur de juger notre travail.

Nous adressons un remerciement spécial à tous mes professeurs qui ont contribué à ma formation.

Tous nos vifs remerciements à tous ceux qui de près ou de loin ont contribué à l'élaboration de ce travail.

# DEDICACE

A ma très chère mère

Quoi que je fasse ou que je dise, je ne serai point te remercier  
Comme il se doit. Ton affection me couvre, ta bienveillance me  
Guide et ta présence à mes cotés a toujours été ma source de force  
Pour affronter les différents obstacles.

A mon très cher père

Tu as toujours été à mes cotés pour me soutenir et m'encourager  
Que ce travail traduit ma gratitude et mon affection.

A mes très chers frères et sœurs.

A mes neveux Ayoub, Amir, Younes et ma nièce Rifel.

A toute l'équipe d'Algérie télécom

A tous ceux que j'aime et ceux qui m'aiment,

Puisse Dieu vous donne santé, bonheur, courage et surtout

Réussite.

AMARICHE Aamer

# DEDICACE

A ma très chère mère

Quoi que je fasse ou que je dise, je ne serai point te remercier  
Comme il se doit. Ton affection me couvre, ta bienveillance me  
Guide et ta présence à mes cotés a toujours été ma source de force  
Pour affronter les différents obstacles.

A mon très cher père

Tu as toujours été à mes cotés pour me soutenir et m'encourager  
Que ce travail traduit ma gratitude et mon affection.

A mes très chers frères et sœurs.

A mes amis ainsi que KADOUR BAKIR Hayet

A toute l'équipe d'Algérie télécom

A tous ceux que j'aime et ceux qui m'aiment,

Puisse Dieu vous donne santé, bonheur, courage et surtout

Réussite.

GHOMARI Mohamed El-Yazid

## Rrésumé

Ce mémoire de fin d'étude consiste à faire un dimensionnement d'un site pour l'installation de réseau FTTH. Dans ce contexte, nous avons choisi la cité route de la mer commune ben Abdelmalek Ramadan wilaya de Mostaganem pour la relier avec la technologie internet très haut débit .cette étude a été confirmée par une simulation avec le logiciel optisystem .Les résultats obtenus présentent une bonne transmission de signal chez tous les abonnés de cette cité.

Et nous avons prévu des chambres de distribution pour une éventuelle extension de cette zone.

Mots clés : FTTH, Optisystem, fibre optique, FAT, chambre de distribution et de tirage.

### ملخص

يتكون مشروع نهاية الدراسة من تحديد حجم موقع لتكوين شبكة FTTH. في هذا السياق, اخترنا طريق مدينة البحر لبلدية بن عبد المالك رمضان ولاية مستغانم لربطها بتقنية الانترنت عالية السرعة للغاية. تأكيد هذه الدراسة من خلال محاكاة باستخدام برنامج optisystem. تظهر النتائج التي تم الحصول عليها إرسال إشارة جيدة لجميع المشتركين في هذه لمدينة .

و قمنا بتخطيط غرف توزيع لتوسيع محتمل لهذه المنطقة.

الكلمات المفتاحية: FTTH, FAT, برنامج OPISYSTEM, غرف التوزيع و الألياف البصرية.

### Abstarct

This project consists of sizing a site for the installation of an FTTH network. In this context, we have chosen the city "route de la mer" commune benabdelmalek Ramadan wilaya of Mostaganem to connect it with very high speed internet technology. this study was confirmed by a simulation with the optisystem software. The results obtained show good signal transmission to all subscribers in this city. And we have planned distribution chambers for a possible extension of this area.

key words FTTH, Optisystem, fiber optics, FAT, distribution and pull chamber.

## Liste Des Figures

<b>Figure I.01</b>	montre l'atténuation spectrale d'une fibre en silice, pour les télécommunications.....	7
<b>Figure I.02</b>	Représentation de la configuration de ces amplificateurs à fibre dopée.....	12
<b>Figure I.03</b>	Représentation de la soudeuse de la fibre optique.....	13
<b>Figure I.04</b>	Représentation de la sertisseuse de la fibre optique.....	14
<b>Figure I.05</b>	Représentation du raccordement démontable.....	15
<b>Figure II.01</b>	Structure de réseau FTTH.....	17
<b>Figure II.02</b>	Représentation un redresseur 48V DC.....	18
<b>Figure II.03</b>	Représentation la batterie Narada 48V DC.....	19
<b>Figure II.04</b>	Représentation d'OLT.....	20
<b>Figure II.05</b>	Représentation d'ODN.....	21
<b>Figure II.06</b>	Représentation l'équipement FDT.....	22
<b>Figure II.07</b>	Représentation closer (joint optique).....	23
<b>Figure II.08</b>	Représentation de splitter 1 :8.....	23
<b>Figure II.09</b>	Représentation de splitter 1 /16.....	24
<b>Figure II.10</b>	Représentation de la prise terminale optique.....	25
<b>Figure II.11</b>	Représentation d'ONU.....	26
<b>Figure III.01</b>	Cité Route de la mer [Google Earth].....	27
<b>Figure III.02</b>	Représentation de la chambre A2 [document Algérie télécom].....	27
<b>Figure III.03</b>	Représentation de la cambre A2 [photo réelle].....	28
<b>Figure III.04</b>	Représentation de la chambre A3 [.....].....	28
<b>Figure III.05</b>	Représentation de la chambre A3 [Photo réelle].....	29

<b>Figure III.06</b>	Représentation de la chambre A4 [document Algérie Telecom].....	29
<b>Figure III.07</b>	Représentation de la chambre B1 [Document Algérie Telecom].....	30
<b>Figure III.08</b>	La canalisation depuis le rond point (point « O ») jusqu'au l'abonné.....	30
<b>Figure III.09</b>	Canalisation de cable lamni [google earth].....	31
<b>Figure III.10</b>	canalisation de cable lamni avec logétiel [auto-cade].....	32
<b>Figure III.11</b>	canalisation allégée 01 fourreaux pehd.....	32
<b>Figure III.12</b>	Emplacement de FDT.....	32
<b>Figure III.13</b>	Canalisation de point B jusqu'au l'abonné.....	33
<b>Figure III.14</b>	L'installation des FATs pour chaque ilot.....	34
<b>Figure III.15</b>	Emplacement d'FAT et de chambre de distribution A2.....	35
<b>Figure III.16</b>	: L'interface de logiciel Optisystem.....	35
<b>Figure III.17</b>	: La bibliothèque de logiciel Optisystem.....	36
<b>Figure III.18</b>	: Composants du système de communication optique.....	37
<b>Figure III.19</b>	: Le montage équivalent de la liaison Mairie-Cité la Route de la mer.....	37
<b>Figure III.20</b>	: diagramme de l'œil des liaisons des abonnés.....	38
<b>Figure III.21</b>	: la trace de facteur de qualité des liaisons des abonnés.....	39
<b>Figure III.22</b>	: Puissance totale à chaque abonné.....	40
<b>Figure III.23</b>	: Puissance totale à chaque abonné.....	42

## Liste d'abréviation

<b>FO:</b>	Fibre Optique.
<b>FTTH:</b>	Fiber To The Home.
<b>PON:</b>	Passive Optical Network.
<b>OLT:</b>	Optical Line Terminal.
<b>ODF:</b>	Optical Distribution Frame.
<b>ODN:</b>	Optical Distribution Network.
<b>FDT:</b>	Fiber Distribution Terminal.
<b>FAT:</b>	Fiber access Terminal.
<b>BPE:</b>	Boîtier de Protection d'Epissure.
<b>PBO:</b>	Point de Branchement Optique.
<b>SRO:</b>	Sous Répartiteur Optique.
<b>PTO:</b>	Prise Terminal Optique.
<b>ONT:</b>	Optical Network Terminal.
<b>ONU:</b>	Optical Network Unit.
<b>LAN:</b>	Local Area Network
<b>MAN:</b>	Metropolitan Area Network
<b>WAN:</b>	Wide Area Network
<b>DCF:</b>	Dispersion Compensated Fiber

# Table De Matière

Remerciements

Dédicaces

Résumé

Liste des figures

Liste d'abréviations

Introduction générale.....1

## Chapitre I : Présentation de fibre optique

I.1. Introduction.....3

I.2. Transfert de données à l'intérieur de la fibre optique.....3

I.3. Utilisation de la fibre optique.....3

I.4 Historique de fibre .....4

I.4.1 Quelques dates intéressantes dans l'histoire de la fibre optique .....4

I.5 Structure de fibre optique .....4

I.6 Fibre monomode.....5

I.7 Multi-mode.....6

I.8 Les techniques de multiplexage.....6

I.9 Les pertes et les atténuations du signal optique.....6

I.9.1 Les pertes de diffusion .....6

I.9.2 Pertes extrinsèques.....6

I.10 Dispersion.....7

I.10.1 dispersion chromatique (intermodal).....7

I.10.2 La dispersion du matériau .....8

I.10.3 La Dispersion modale .....8

I.10.4 Dispersion de polarisation .....	8
I.11. Amplification du signal optique .....	9
I.11.1 Généralités sur l'amplification optique.....	9
I.11.2 Les amplificateurs à semi-conducteur (AOSC).....	10
I.11.2.1 Les principales caractéristiques des AOSC .....	10
I.9.3 Les amplificateurs à fibre dopée (EDFA) .....	11
I.12 Raccordement des fibres optique .....	14
I.12.1 Type de raccordement .....	15
I.112.1.1 Les raccordements fixes.....	15
I.12.1.2 Les raccordements semi-fixes .....	15
I.12.1.3 Les raccordements démontables .....	15
I.13 Avantages et inconvénients des fibres .....	15
I.14 -Conclusion .....	16

---

## **Chapitre II: Présentation sur les équipements de réseau FTTH**

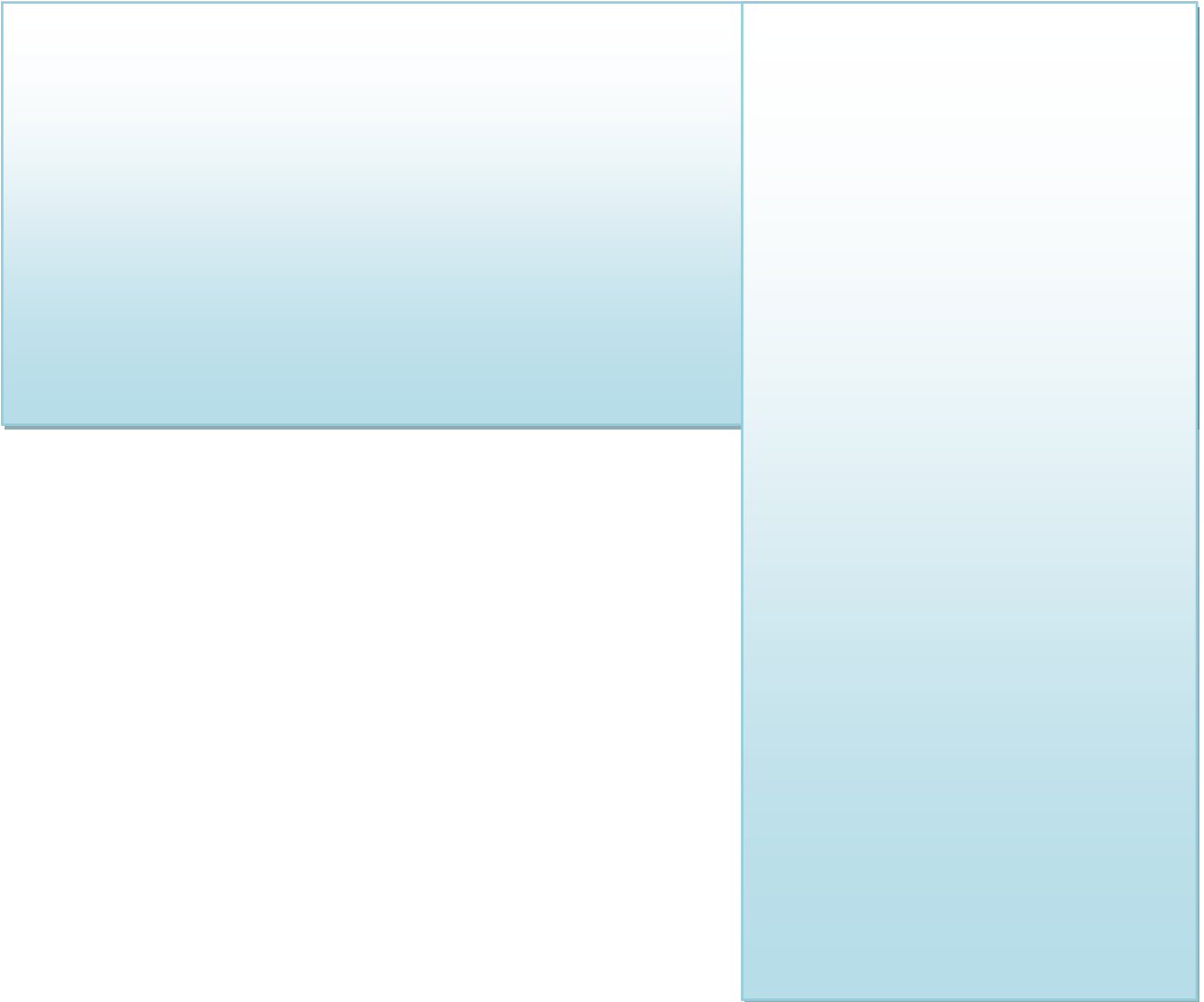
II.1. Introduction sur le réseau d'accès FTTH .....	17
II.2 Les équipements de réseau FTTH.....	17
II.2.1 OLT (Optical line terminal) .....	17
II.3 Réseau de Distribution Optique (ODN) .....	19
II.4 Equipement FDT (SRO).....	20
II.5 Joint optique .....	21
II.6 Equipement Terminal d'accès de fibre FAT .....	22
II.7 Prise terminal optique (PTO) .....	23

II.8 ONU Optical network unit.....	24
II.9 Conclusion .....	25

### **Chapitre III : Dimensionnement de réseau FTTH**

III.1 Introduction.....	26
III.2 Présentation de site.....	26
III.3.Type de chambres de tirage et de distribution.....	27
III.3.1.La chambre A2.....	27
III.3.2.La chambre A3 .....	28
III.3.3.La chambre A4 .....	29
III.3.4 La chambre B1 .....	30
III.4 Canalisation .....	31
III.5 Partie dimensionnement.....	31
III.5.1 Première étape de canalisation .....	31
III.5.2 Site de travail (Route de la mer) .....	33
III.5.3 Installation des FATs.....	35
III.6 Partie simulation.....	36
III.6.1 Introduction .....	36
III.7 Bref aperçu du logiciel Optisystem.....	36
III.8Bibliothèque .....	37
III.9 Conception d'une liaison optique.....	38
III.10 Simulation.....	38
III.11 Facteur de qualité Q .....	40

III.12 La puissance de signal .....	41
III.13 Conclusion.....	42
<b>Conclusion générale.....</b>	<b>43</b>
<b>Bibliographie</b>	



# **Introduction Générale**

## Introduction générale

Les réseaux d'accès se sont développés très rapidement depuis quelques décennies.

L'accès très haut débit est devenu une exigence pour les utilisateurs, que ce soit au niveau des accès fixes et radio ou des réseaux mobiles. Ceci est dû à l'apparition de nouveaux services liés au développement du multimédia et des applications très large bande. Cet accès est rendu possible grâce à l'émergence de réseaux optiques utilisant la fibre optique en tant que support de transmission.

En effet, pour répondre à cette demande fort de débit, les équipements sont entrés dans une course pour concevoir de nouveaux systèmes et leur principale difficulté était de traiter une quantité d'informations de plus en plus importante et variée.

En raison de la connectivité FTTH incroyablement rapide, la fibre optique est entrée dans les maisons depuis un certain temps différentes méthodes ont existé pour connecter l'abonné à la fibre, et la majorité des systèmes d'accès optiques actuellement utilisés sont basés sur les technologies Gigabit PON (Passive Optical Network) [1]. Ces réseaux optiques passifs point à multipoint offrent des débits en aval et en amont de 2,5 Gb/s et 1,25 Gb/s, respectivement.

Afin de répondre à la demande de bande passante, chaque utilisateur a besoin d'un débit d'environ 100Mbits/s. Les 20 km de couverture du PON et sa capacité à desservir 64 clients sont présentés par la suite.

Dans ce contexte, nous allons proposer une étude de dimensionnement et de simulation pour ramener le réseau FTTH à la cité route de la mer commune Ben Abd El-Malek Ramadan wilaya de Mostaganem

Pour réaliser notre projet, nous nous sommes rendus à la cité route de la mer, où nous avons calculé la distance optimale nécessaire à la fibre optique ainsi que les endroits susceptibles de recevoir les équipements de la FTTH. Nous avons aussi calculé le nombre d'habitants (futurs abonnés) dans les bâtiments et les différents lotissements pour déterminer le nombre des FATs nécessaires.

Ce mémoire est structuré en trois chapitres :

Après une introduction générale, le premier chapitre constitue une présentation de la fibre optique sa structure et ses différents types ainsi que ses pertes et atténuations du signal.

Le deuxième chapitre consacré à la définition de tous les équipements utilisés dans l'installation du réseau FTTH (OLT, ODN, FDT et les FATs.) et leurs fonctionnements.

Le troisième chapitre est consacré au dimensionnement de la cité Route de la mer ( calculs des FATs suivi par une simulation par le logiciel optisystem pour voir la qualité de transmission de signal optique.

En fin, ce mémoire s'achève par une conclusion générale qui récapitule les résultats obtenus.

***Chapitre***

---

**I**

***Présentation de fibre optique***

---

## **I.1. Introduction**

La fibre optique est un terme utilisé pour décrire une technologie qui envoie des données numériques sur de grandes distances à l'aide de minuscules fibres transparentes en verre ou en plastique. Ces fibres confinent la lumière à l'intérieur d'un noyau en utilisant des théories de réflexion interne totale, permettant la transmission de données à des débits élevés sur de grandes distances.

Parce-que la technologie de la fibre optique permet un transfert de données plus rapide et plus fiable sur une bande passante plus élevée que celle des câbles conventionnels en fil de cuivre, cette fibre optique a complètement transformé le secteur des télécommunications. Elle est largement utilisée dans les réseaux de télécommunications, tels que la téléphonie, la télévision par câble et les systèmes Internet, ainsi que dans les dispositifs médicaux, les capteurs industriels et les applications militaires [1].

## **I.2. Transfert de données à l'intérieur de la fibre optique**

La lumière contenue à l'intérieur de la fibre optique utilise la théorie de la réflexion interne totale. Le transfert de données à grande vitesse sur de longues distances est rendu possible avec des impulsions lumineuses réfléchies à l'intérieur du cœur de la fibre.

Les connexions à fibre optique présentent plusieurs avantages par rapport aux connexions en cuivre : une large bande passante, une atténuation réduite du signal, une immunité aux interférences électromagnétiques et une sécurité meilleure. ce qui a contribué à ce qu'elle devienne la technologie privilégiée pour le transfert de données numériques.

## **I.3. Utilisation de la fibre optique**

Les fibres optiques sont surtout utilisées en médecine pour l'imagerie, la chirurgie et la surveillance de la santé. Les médecins peuvent voir l'intérieur du corps humain à l'aide d'endoscopes et de fibres optiques. On trouve également ces fibres optiques dans les systèmes de surveillance médicale pour la vérification en permanence des signes vitaux des patients.

Dans les entreprises, la fibre optique est utilisée pour la gestion des processus, la surveillance de l'environnement et la détection des défauts. En Les capteurs à fibre optique peuvent mesurer la température, la pression, la force et d'autres variables, permettant aux industries de surveiller et de contrôler plus précisément et efficacement leurs processus.

## **I.4. Historique de fibre**

Le principe de la fibre optique est connu depuis longtemps. Les premières recherches sur la transmission des signaux lumineux à travers les fibres de verre ont été menées dans les années 1950 et 1960. Cependant, son utilisation pour la transmission de données numériques à haut débit est une idée beaucoup plus récente [2].

### **I.4.1. Quelques dates intéressantes dans l'histoire de la fibre optique**

En 1966, Charles K. Kao, un physicien sino-britannique, a publié un article décrivant comment les pertes de transmission pouvaient être réduites en utilisant du verre pur pour fabriquer des fibres optiques. Cette découverte a ouvert la voie à l'utilisation de la fibre optique pour la transmission de données numériques.

En 1970, les premières fibres optiques ont été fabriquées aux États-Unis. En 1975, la police du Dorset a installé la première liaison optique non expérimentale.

En 1976, les premières fibres optiques ont été créées avec une faible perte de 0,47 dB par kilomètre. Les Laboratoires Bell ont extrapolé une durée de vie des diodes laser de 100 ans en 1977. En 1978, le premier câble transatlantique à fibre optique a été installé.

Au début des années 1980, les premiers réseaux de fibre optique ont été déployés à grande échelle. Entre les États-Unis et la France, le premier réseau transcontinental de fibre optique a été créé en 1988. Puis, la fibre optique a été largement utilisée dans tous les domaines de télécommunications, Internet et les réseaux informatiques [2].

## **I.5. Structure de la fibre optique**

Les données sont transmises à l'aide de fibres optiques qui utilisent des câbles en fines fibres de verre ou de plastique. La structure de ces fibres est importante pour leur fonctionnement, ainsi que pour leur capacité à transporter des données sur de grandes distances sans perte de signal.

L'âme des fibres optiques, qui peut être en verre ou en plastique, est enfermée dans une gaine de protection également en verre ou en plastique. Le noyau est plus petit que la gaine, généralement d'un diamètre de 125 micromètres ( $\mu\text{m}$ ), soit 0,125 mm (0,005 pouce).

Un matériau réfléchissant recouvre la gaine extérieure, communément appelée "gaine", pour empêcher la lumière de s'échapper de la fibre. Puisque le noyau de la fibre a un indice de

---

réfraction plus élevée que la gaine, la lumière est transmise à travers elle, la faisant rebondir à l'intérieur de la fibre plutôt que de s'échapper à travers la gaine.

Les fibres optiques peuvent être de deux types: multimodes ou monomode. Les fibres monomodes sont conçues pour transporter un seul rayon lumineux, tandis que les fibres multimodes sont conçues pour transférer simultanément plusieurs rayons lumineux à travers la fibre. Les fibres monomodes sont plus efficaces pour les transmissions longue distance, car elles minimisent les pertes de signal. Pour les transmissions à courte distance, comme dans les réseaux locaux ou les centres de données, les fibres multimodes sont fréquemment utilisées.

De plus, les fibres optiques peuvent fonctionner à différentes longueurs d'onde lumineuses. Les fibres en bande S sont utilisées pour les transmissions à courte portée, tandis que les fibres en bande C et en bande L sont utilisées pour les transmissions à longue portée.

Des grilles qui réfléchissent la lumière à des longueurs d'onde particulières peuvent être utilisées pour créer des fibres optiques, permettant aux signaux de traverser la fibre sans entrave. Les caractéristiques non linéaires de la fibre, qui peuvent être utilisées pour la modulation de fréquence et la régénération du signal, dépendent également de la composition chimique de la fibre. En plus des câbles à fibres optiques normaux, il existe également des fibres optiques expressément développées pour des applications spécifiques. Par exemple, les fibres optiques à indice gradué comprennent un noyau qui change progressivement de densité, ce qui permet à la lumière de circuler plus naturellement à travers la fibre. La lumière peut être guidée par les micro-canaux disposés selon un motif périodique le long de la gaine des fibres optiques microstructures, qui peuvent également être utilisés pour des applications de biocapteur [3].

## **I.6. Fibres monomode**

Cette fibre généralement est utilisée pour de grande distance et pour des applications demandant une grande largeur de bande. On retrouve des fibres monomodes à dispersion décalée et à dispersion non-décalée. Le cœur de cette fibre est généralement de  $8 \text{ à } 10 \mu \pm 2 \mu$ . On retrouve ces fibres dans des réseaux MAN et WAN. L'atténuation en dB/km de ce type de fibres est moins importante que les fibres multimodes. En règle générale, les épissures et les essais effectués sur ces fibres demandent plus d'attention de la part des techniciens.

## I.7. Fibre Multimodes

Cette fibre est généralement utilisée pour de courte distance (réseaux LAN et MAN), cette fibre est très répandue. Il y a deux principaux type de fibre multimodes: à saut d'indice et à gradient d'indice. Les fibres à gradient d'indice  $50\mu/125\mu$  sont généralement utilisées en Europe, tandis que celle à  $62,5\mu/125\mu$  sont utilisé en Amérique du nord.

## I.8. Techniques de multiplexage

L'idée de base du multiplexage est simple: il s'agit de partager de nombreux types d'informations entre divers équipements informatiques ou de télécommunications via un seul canal de transmission. Différents supports peuvent être utilisés pour présenter ce canal de communication, y compris le fil de cuivre pour les transmissions analogiques ou numériques, les ondes radio pour les liaisons par satellite et la téléphonie mobile, la fibre pour les transmissions optiques contemporaines et enfin les ondes radio. Cette idée simple permet de réaliser d'importantes économies en réduisant les frais d'installation (ou de fonctionnement).

En fait, si on considère  $N$  signal optiques différents-voix, données et image - sont multiplexés sur une seule fibre. Chaque signal est modulé indépendamment à un débit de  $d$  bits / s, ce qui permet d'obtenir un signal multiplexé avec un débit de  $D$ .  $N$  bits / s. Pour protéger l'intégrité de l'information, un TDM de séparation temporelle (Time Division Multiplexage), un WDM spatial est introduit pour le même type de signal [4].

## I.9. Pertes et les atténuations du signal optique

L'atténuation dans les fibres optiques résulte de plusieurs mécanismes. On définit [5]:

- Les pertes intrinsèques dépendant de la constitution physico-chimique de la fibre optique.
- Les pertes dues à l'absorption des molécules sont provoquées par la capacité de la silice et de ses impuretés à absorber la lumière optique.

### I.9.1. Pertes de diffusion

Egalement appelées diffusion de Rayleigh, sont causées par des imperfections structurelles involontaires.

### I.9.2. Pertes extrinsèques

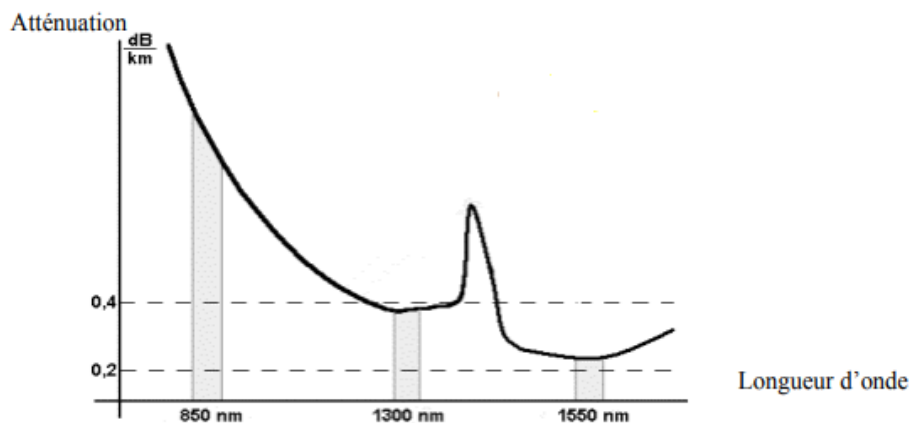
Reposent sur le couplage entre les fibres ou le composite de fibres.

Ces Pertes résultent des circonstances d'utilisation des fibres ou d'une courbe trop serrée entraînant des pertes de rayonnement.

En raison du conditionnement des fibres du câble, des courbures très petites, fréquentes et essentiellement incontrôlées sont appelées micro-courbures.

Les fibres sont toujours utilisées dans des sections liées de longueur finie. Une perte de connexion est possible à chaque intersection.

La figure I.1 montre la courbe d'atténuation dans une fibre en silice.



**Figure I.1.** Atténuation spectrale d'une fibre en silice, pour les télécommunications.

L'utilisation de la silice entraîne une atténuation minimale de 0,22 dB/km. Sachant que la silice pure ne peut pas être utilisée, l'âme ou la gaine doivent être dopées, les fluctuations de la composition silice/dopants causent des pertes d'absorption.

## I.10. Dispersion

La dispersion, lors du passage d'un signal optique à travers une fibre optique, entraîne une distorsion du signal et un élargissement des impulsions. Cette dispersion peut prendre deux formes différentes:

### I.10.1. Dispersion chromatique (intermodal)

La dispersion chromatique combine deux types de dispersion différents:

- La dispersion du guide d'ondes
- La dispersion du matériau.

### **I.10.2. Dispersion du matériau**

Cette dispersion est provoquée par la dépendance de l'indice de réfraction à la longueur d'onde.

Bien que la dispersion du matériau soit assez modeste par rapport à la longueur d'onde de 1300 nm, elle apparaît dans toutes les fibres optiques, monomode ou multimodes.

Pour les fibres monomodes, la dispersion des guides d'ondes est particulièrement importante. Elle est produite par le fait que la répartition de la lumière du mode principal sur le cœur et la gaine varie selon la longueur d'onde.

La somme des dispersions liées au matériau et au guide d'ondes est appelée dispersion totale.

### **I.10.3. Dispersion intermodale ou modale**

Plusieurs modes se propagent dans une fibre optique multimodes, chacun empruntant un chemin unique. Les différents modes qui se propagent dans le cœur sont répartis entre l'énergie lumineuse transmise à travers la fibre.

La Dispersion modale est une distorsion du signal électrique généré par le convertisseur optique-électrique qui est provoquée par la collecte des retards entre les différents faisceaux lumineux qui composent le signal lumineux.

### **I.10.4. Dispersion de polarisation**

Cette dispersion due à la biréfringence de la fibre, provoque une déformation des impulsions lumineuses par le fait que les deux principaux états de polarisation ont des constantes de propagation légèrement différentes. Il en résulte que les états de polarisation des bords et du centre des impulsions différentes de plus en plus au cours de la propagation, d'où leur déformation. Pour pouvoir compenser avec précision la dispersion de polarisation de la fibre installée, il est nécessaire de l'avoir préalablement mesurée. Les recherches effectuées dans ce domaine ont surtout pour objectif de comparer la précision de différents procédés de mesure [6].

## **I.11. Amplification du signal optique**

L'évolution des systèmes de transmission optique a connu une révolution avec la mise au point et le développement industriel des amplificateurs optiques à la fin des années 80. Trouvant désormais des fibres optiques à dispersion chromatique soit faible, soit opposée (dite fibre à compensation de dispersion dont le sigle anglais est DCF), la principale contrainte de ce support de transmission était devenue l'atténuation des signaux durant la propagation. Or le photo-détecteur émettra un courant de qualité, codant correctement l'information à transmettre, seulement si le photo-courant n'est pas noyé dans le bruit, et donc si la puissance optique reçue est suffisamment importante. L'amplification optique devient alors une alternative aux complexes répéteurs-régénérateurs optoélectroniques. Elle permet de compenser ces pertes et de contrôler régulièrement la puissance optique des signaux. Il est désormais possible de transmettre le signal optique sans conversion sur une distance beaucoup plus importante. L'amplification optique est à l'origine d'une véritable révolution dans le domaine des télécommunications, vu les avantages que cette technologie procure en association avec le multiplexage en longueur d'onde (WDM). En effet, cette amplification peut intervenir sur l'ensemble des  $N$  longueurs d'onde d'un multiplex, sans distorsion du signal utile. Il évite donc une conversion optoélectronique et une amplification électrique sur chaque canal, donc  $N$  amplificateurs électriques. Avant d'étudier deux exemples d'amplificateurs optiques, l'amplificateur à semi-conducteur et l'amplificateur à fibre dopée à l'erbium, quelques généralités et le principe de l'amplification optique seront traités dans le premier paragraphe [6].

### **I.11.1. Généralités sur l'amplification optique**

L'amplification optique repose sur le phénomène d'émission stimulée. Le signal est amplifié dans un guide (semi-conducteur ou fibre) grâce à un apport extérieur d'énergie appelé pompage (courant injecté ou source de lumière) qui vient créer une inversion de population. La recombinaison électron-trou peut ensuite être provoquée par un photon incident, ce qui donne naissance à un deuxième photon de même fréquence, de même phase et même direction. Cette émission est dite stimulée et conduit à une amplification du signal. En même temps, la recombinaison peut se faire sans la présence d'un photon incident. Ces photons, émis de façon spontanée, de manière non cohérente, constituent le bruit de l'amplification optique. L'ensemble des photons, originels ou pas, subissent une série d'amplifications. Les

photons spontanés seront aussi amplifiés, ce qui définit la source de bruit appelée ESA (Émission Spontanée Amplifiée).

### **I.11.2. Amplificateurs à semi-conducteur (AOSC)**

Les premiers travaux sur les AOSC ont démarré au début des années 80, à partir du moment où les lasers à semi-conducteur fonctionnaient en continu avec une fiabilité acceptable. Leur structure de base est peu différente de celle d'une diode laser. Nous retrouvons l'inversion de population, l'émission spontanée et stimulée, les recombinaisons non radiatives, une source externe. Contrairement aux lasers à semi-conducteur, il n'y a pas de miroirs aux extrémités mais un revêtement antireflets déposé sur les faces clivées afin de diminuer les réflexions de la lumière vers l'intérieur du circuit.

#### **I.11.2.1. Principales caractéristiques des AOSC**

les principales caractéristiques des AOSC sont :

Un gain élevé (jusqu'à 30 dB) selon : le semi-conducteur, la longueur d'onde, le courant injecté et la puissance du signal incident.

Une puissance de saturation en sortie autour de 5 - 10 mW.

Une bande passante optique importante, de l'ordre de 5THz (soit environ 40 nm autour de 1550 nm).

Les non-linéarités sont particulièrement importantes dans les conditions de saturation du gain.

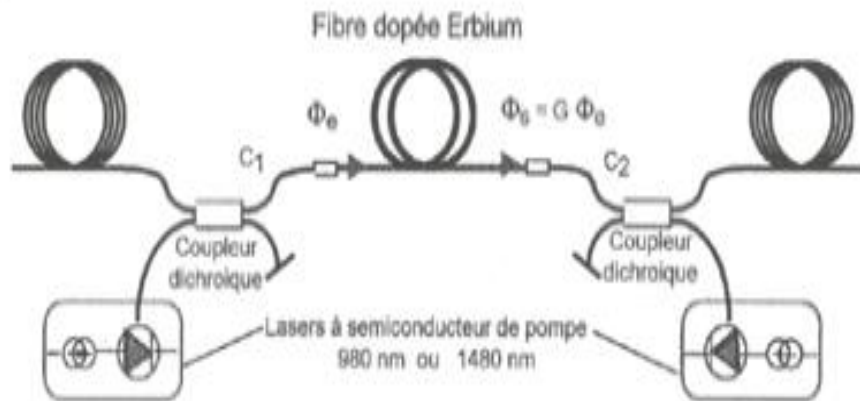
C'est de loin le dispositif amplificateur le plus compact qui existe, avec un rendement (rapport gain à la consommation électrique) record. De plus, sa technique de fabrication est compatible avec l'intégration monolithique de nombreux autres composants actifs et passifs, ce qui offre des perspectives attrayantes en matière de traitement optique du signal, et aussi probablement en termes de coût.

Les pertes de couplage du faisceau incident dans l'amplificateur sont élevées, en raison de la supériorité du diamètre du faisceau sur l'épaisseur de la couche active du semi-conducteur.

### I.11.3. Amplificateurs à fibre dopée (EDFA)

Le milieu amplificateur est cette fois-ci le cœur d'une fibre optique monomode dopée avec des ions de terre rare (figure I.2). Pour que la fibre ne soit pas absorbante, mais amplificatrice, il faut l'associer à un pompage optique. Un multiplexeur permet de coupler le flux lumineux puissant provenant d'une diode laser de pompe et le signal à l'intérieur de la fibre. Les longueurs d'onde de pompe doivent permettre des transitions vers les états excités des ions de terre rare et créer l'inversion de polarisation. L'ensemble module de pompe, multiplexeur et fibre dopée forme l'amplificateur le plus rudimentaire. La longueur de fibre est généralement comprise entre 10 et 20 mètres. Pour l'amplification autour de 1550 nm, fenêtre spectrale la plus utilisée car de faible atténuation des fibres optiques en silice, les dopants sont des ions Erbium  $\text{Er}^{3+}$ .

On parle alors d'Amplificateur à Fibre Dopée à l'Erbium (AFDE ou EDFA, Erbium Dopé Fibre Amplifier en anglo-américain). 980 et 1480 nm sont les deux longueurs d'onde de pompe les mieux adaptées à l'EDFA. Et des diodes lasers à semi-conducteur sont disponibles à ces longueurs d'onde (lasers en AlGaAs pour le 980 nm et lasers en InGaAsP pour le 1480nm). Le multiplexeur optique, sélectif en longueur d'onde, doit présenter une perte d'insertion faible à ces deux longueurs d'onde afin d'optimiser le rendement optique du système. Des isolateurs présents à chaque extrémité en assurent aussi la stabilité en bloquant tous les faisceaux lumineux susceptibles de revenir en aval. Le signal de pompe peut être couplé dans la fibre en Co-propagation (mêmes sens pour le signal et le signal de pompe) afin de réduire le facteur de bruit ou en contre-propagation (sens opposés du signal de pompe sur le signal utile) favorisant ainsi une plus forte puissance de saturation. Mais afin d'augmenter et uniformiser dans la fibre dopée l'inversion de polarisation et donc l'amplification du signal, un double pompage aux deux extrémités peut également être réalisé[7].



**Figure I.2.** Représentation de la configuration de ces amplificateurs à fibre dopée.

## I.12. Raccordement des fibres optique

Le raccordement des fibres optiques pour les transmissions à grande distance est indispensable, cela nécessite de les couper à la longueur appropriée à chaque répéteur et de les connecter à d'autres composants. Lorsque les câbles optiques ont été mis en place, vérifiés par un réflectométrie, pour détecter des dégâts éventuels que la fibre aurait pu subir lors du tirage, il ne reste plus qu'à poser les connectiques appropriées. Soit de type connecteurs ou des épissures, qui permettent de réaliser ce raccordement.

### I.12.1. Type de raccordement

Selon la nature de la liaison à établir, on peut distinguer trois types de raccordements

- les raccordements fixes.
- les raccordements semi-fixes.
- les raccordements démontables

#### I.12.1.1. Les raccordements fixes

Ce sont des raccordements qu'il ne sera plus possible d'ouvrir une fois qu'ils sont posés, leur destination principale et la mise bout à bout de plusieurs câbles optiques à fin de constituer des liaisons à grande portée.

Trois techniques sont utilisées dans ce type de raccordement :

## La soudure

La soudure est une technique de raccordement fixe la plus récente, cela consiste à chauffer les deux extrémités de la fibre de manière que la silice atteigne son point de fusion (figure I.3). On obtient ainsi une soudure sans apport le matériau. Les épissures par fusion présentent des pertes d'insertion très faibles moins de 0.1dB, pas de réflexion parasite et encombrements très réduits.



**Figure I.3:**Représentation de la soudeuse de la fibre optique.

## Le collage

Le principe est de noyer dans la colle deux fibres positionnées l'une en face de l'autre. Pour cela on utilise un centreur en élastomère translucide dans lequel une rainure est gravée. Ce type de raccordement présente un affaiblissement voisin de 0.1 dB.

## Le sertissage

Le sertissage est un moyen d'épissure deux fibres qui est simple d'utilisation, et qui assure une bonne protection (figure I.4). Il existe différents types de sertissage, suivants les fabricants qui les ont développées, le principe de fonctionnement est toujours le même. Le sertissage présente l'avantage d'être facile et rapide, la qualité reste tout de même très bonne, les pertes typiques sont de l'ordre de 0.1 dB.



**Figure I.4:** Représentation de la sertisseuse de la fibre optique.

### I.12.1.2. Raccordements semi-fixes

Ce type de raccordement est un moyen qui permet de mettre les deux fibres bout à bout d'une façon non permanente. On trouve dans cette catégorie de raccordement :

#### Domaine optique

Utilisé pour effectuer des mesures comme la vérification du tirage d'un câble avant la mise en place de la connectique définitive.

#### Borner optique

Se présente sous forme d'un raccordement modulaire.

- L'adaptateur pour fibre nue

### I.12.1.3. Raccordements démontables

On utilise dans ce type de raccordement, les connecteurs qui réalisent un raccordement avec une bonne résistance mécanique, utilisé en un nombre de manœuvre importantes, il est généralement constitué de deux fiches et d'un raccord ou d'une embase et d'une fiche, les connecteurs sont utilisés aux extrémités de la liaison pour le raccordement aux équipements d'émission et de réception et dans les répartiteurs optiques (figure I.5). Aujourd'hui les connecteurs pour fibres monomodales ont une perte d'insertion moyenne inférieure à 0.5dB.



**Figure I.5:** Représentation du raccordement démontable.

### I.13. Avantages et inconvénients des fibres

Les principaux avantages et inconvénients des fibres dont [5] :

#### Les Avantages

Par comparaison aux autres supports de transmission existants, la fibre optique présente de nombreux avantages qui justifient son introduction dans les systèmes de transmission.

- Ces avantages sont, tout d'abord, des avantages en termes de performances de transmission, multiplexage (en longueur d'onde) possible avec une bande passante optique très grande, et donc une grande capacité (débit de plusieurs Tbit/s) n'ayant aucune commune mesure avec les bandes passantes des supports électriques ou radio classiques.

- De plus, l'atténuation due au support de communication ne s'avère très faible, ce qui permet de couvrir des distances plus grandes sans nécessité d'installer des répéteurs.
- La fibre optique présente également des avantages de sécurité électrique (isolation totale entre terminaux, utilisation possible en ambiance explosive et sous forte tension) et Électromagnétique. Elle est donc insensible aux parasites électromagnétiques, et n'en créant pas elle-même, elle assure ainsi une inviolabilité presque totale, ce qui permet son utilisation dans les applications militaires, bancaires et en transmission de données.
- Enfin, les facilités de mise en œuvre qu'elle présente, à la fois par sa petite taille, sa grande souplesse et son faible poids, combinés à un coût raisonnable, lui confère un avantage économique sur les autres supports de transmission.

### **Inconvénients**

Des pertes peuvent être causées par des courbures du câble, des connecteurs mal positionnés ou sales, des inhomogénéités dans le verre de la fibre.

- Difficultés d'adaptation avec les transducteurs optoélectroniques.
- Exigences micromécaniques importantes (connexions, alignement).

### **I.114. Conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons présenté la fibre optique en passant par son historique et ses domaines d'utilisation. Nous avons aussi défini les atténuations et les pertes dans la fibre optique et les types d'amplificateurs optiques.

***Chapitre***

---

**II**

***Présentation sur les  
équipements de réseau FTTH***

---



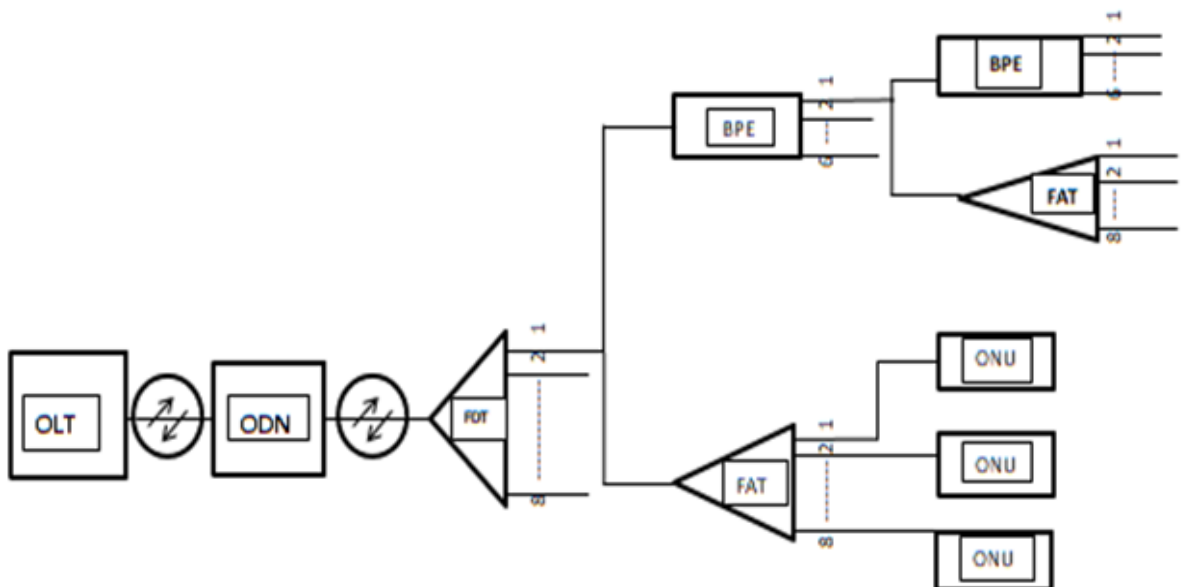
## II.1.Introduction

Un réseau d'accès FTTH (Fibre jusqu'à l'abonné) est un réseau, en fibre optique, déployé depuis un nœud de raccordement optique (lieu d'implantation des équipements de transmission de l'opérateur) jusqu'aux logements des particuliers ou les locaux à usage professionnel [8].

Dans ce chapitre, nous allons définir les équipements pour le déploiement de réseaux de fibre optique.

## II.2.Les équipements de réseau FTTH

Le réseau FTTH relie plusieurs équipements entre eux comme montré sur la figure II.1 [9].



**Figure II.1:** Structure de réseau FTTH.

Ces différents équipements se présentent comme suit [9][10] :

### II.2.1.OLT (Optical line terminal)

L'armoire d'OLT est composée de 3 équipements : Redresseurs DC 48V, batterie NARADA, OLT.

#### II.2.1.1.Redresseur DC 48V

C'est un convertisseur du courant alternatif (220V) vers le courant continu ( 46 V -56V )



**Figure II.2.** Redresseur 48V DC.

### II.2.1.2. Batterie Narada

Les batteries 48V DC de la gamme NARADA NPFC conviennent parfaitement aux applications de centre d'équipement d'OLT.

La gamme NPFC se caractérise par une longue durée de vie un encombrement et un poids réduits.



**Figure II.3 :**Batterie Narada 48V DC.

### **II.2.1.3.OLT (terminal de ligne optique)**

Le dernier élément du réseau optique passif (PON) est appelé terminal de ligne optique (OLT). Il est composé de plusieurs cartes de 16 portes. Chaque porte peut supporter 64 abonnés. Sa tâche principale est de convertir, traiter et transmettre des signaux pour le réseau PON. Il gère aussi le multiplexage entre les dispositifs de conversion sur les terminaux de réseau optique (ONT) chez les clients[11].



**Figure II.4:**Représentation d'OLT.

### **II.3.Réseau de Distribution Optique (ODN)**

Le canal de transmission optique pour la connexion physique du ONU aux OLT est fourni par l'ODN, qui est un équipement passif. Il a une autonomie d'au moins 20 kilomètres. Le câble à fibre optique et les connecteurs à fibre optique font partie du réseau ODN.

De plus, l'ODN est un conducteur crucial pour la transmission des données PON, et les performances, la fiabilité et l'évolutivité des systèmes PON sont toutes directement affectées par la qualité de l'ODN.



Figure II.5: Représentation d'ODN.

#### II.4.Équipement FDT (SRO)

Le sous-répartiteur optique est un point de flexibilité entre le transport et la distribution de D1 et D2. L'SRO est une armoire de rue similaire aux sous-répartiteurs utilisés au niveau des réseaux téléphoniques. Il regroupera un nombre entier de Point de Branchement optique (BPO) et il représente un point de convergence des infrastructures génie civil. Pour le cas d'une desserte Point Multi Point ce point de flexibilité assurera une fonction de couplage N1.

Les tailles et les positions des SRO sont déterminées de manière à assurer un meilleur compromis entre la longueur du réseau SRO PBO (Abonné) et nombre des SRO à installer.

La taille de l'SRO varie de (144 FO) à (288 FO) en fonction du type de zone à desservir[12].



Figure II.6: Représentation l'équipement FDT.

## II.5. Joint optique

Lorsque des câbles à fibres optiques sont épissés ensemble, un dispositif appelé "fermeture de jonction optique" ou "boîte de jonction à fibres optiques" est utilisé pour leur donner de l'espace et de la protection.

Que ce soit dans des installations extérieures ou à l'intérieur de bâtiments, la fermeture de jonction optique permet la connexion et le stockage en toute sécurité des fibres optiques.

Une théorie de fonctionnement des fermetures de jonction optique est basée sur un mécanisme de joint mécanique sous pression. Il est conçu pour protéger en permanence les connexions réalisées via la fibre optique. Sa conception assure la sécurité des connexions en protégeant les fibres optiques des facteurs externes nocifs, notamment l'humidité, la poussière et les changements de température. En conséquence, il est possible de préserver la précision et la fiabilité des signaux optiques envoyés à travers les lignes de fibres optiques.

Le joint optique est équipé de tous les composants nécessaires à une installation simple lorsqu'il s'agit de faire fonctionner une fermeture de jonction optique. La forme de chevauchement du plateau d'épissure facilite l'installation. Il est également conçu pour simplifier l'utilisation d'une clé standard pour l'installation et la réouverture afin d'éviter que les fibres optiques ne soient endommagées lors de la manipulation[13].



**Figure II.7:**Joint optique (closer).

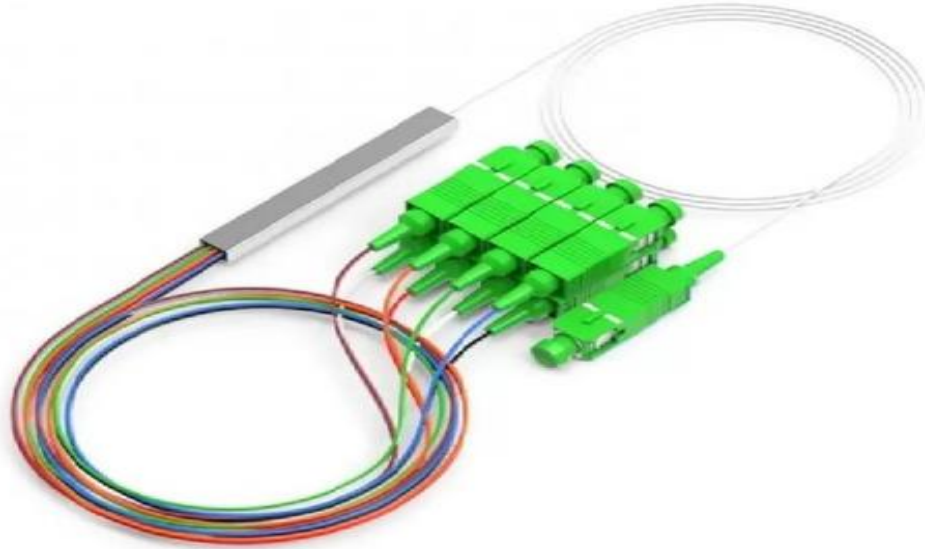
## **II.6.Equipement Terminal d'accès de fibre FAT**

La capacité d'un Terminal d'accès à la Fibre (Terminal d'accès à la Fibre en anglais) à connecter des câbles à fibre optique dans un réseau FTTH (Fiber-to-the-Home) est le principe de fonctionnement de FAT. La distribution, la connexion et la terminaison des câbles optiques au sein d'un réseau d'accès dépendent fortement de ce terminal.

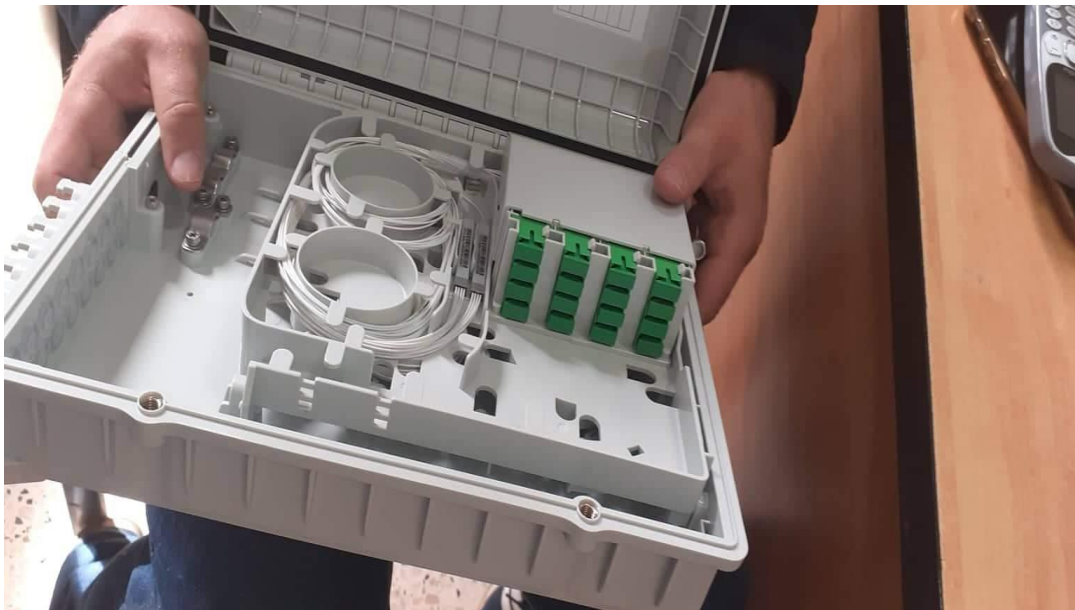
Sur le réseau FTTH, le nœud d'accès d'un utilisateur est appelé PBO. Il est connecté aux câbles de dérivation qui vont à l'abonné dans son "logement" ainsi qu'aux câbles de distribution en amont. Il offre une prise en charge de l'épissage, de la distribution par câble et de la "séparation de l'épissage". Pour les fibres quadruples, chacun de ces appareils sert généralement un maximum de 8 lots, et pour les mono-fibres, un maximum de 24 lots.

Le terminal d'accès à fibre optique FAT peut être utilisé dans une variété de contextes, y compris les maisons, les lieux de travail, etc. Il rend plus facile la connexion des câbles individuels à des ports spécifiques, de créer des jonctions continues et d'offrir une connectivité aux abonnés.

Techniquement parlant, les terminaux d'accès à fibre optique fonctionnent généralement entre -30 ° C et + 60°C, avec une humidité ambiante maximale de 95% à +40°C [14].



**Figure II.8:** Représentation de splitter 1 :8.



**Figure II.9:** Représentation de splitter 1 /16.

### **II.7.Prise terminal optique (PTO)**

C'est la partie terminale du réseau FTTH, il est installé à l'intérieur du logement et se matérialise par un boîtier doté d'une prise optique à laquelle l'abonné va brancher son MODEM. Il est installé par un technicien à l'intérieur de logement



Figure II.10:Prise terminale optique (PTO).

## II.8.Unité de réseau optique (ONU Optical network unit)

L'unité de réseau optique (ONU), également appelée terminal de réseau optique, est un équipement utilisé dans les liaisons fibre optique vers le domicile (FTTH) et situé du côté de l'utilisateur. Son principe de fonctionnement de base est la fourniture de services vidéo, de téléphonie et à large bande à l'utilisateur final tout en recevant simultanément des données de liaison descendante de l'OLT (terminaison de ligne optique) via des répartiteurs optiques passifs.

ONU permet de relier l'utilisateur à un réseau de fibre optique et de permettre la communication avec le FAT pour établir une connexion Internet. Voici quelques détails importants sur le fonctionnement d'une ONU[15]:

**Réception des données de liaison descendante :** En utilisant les diviseurs optiques passifs, l'ONU reçoit des données de l'OLT. Ces données sont des signaux optiques envoyés sur de longues distances.

**Conversion optique-électrique :** Afin de traiter et de transporter les signaux optiques vers l'équipement de l'utilisateur final (ordinateurs, téléviseurs, téléphones..) l'ONU transforme les signaux lumineux en signaux électriques.

**Le traitement du signal :** Est la méthode par laquelle l'ONU extrait les données des signaux électriques après les avoir obtenues et les distribue aux équipements concernés. Par exemple, il peut

fournir des données pour les services Internet, des signaux vocaux pour le téléphone et des signaux visuels pour la télévision.

L'unité de réseau optique ONU est cruciale pour les réseaux optiques car elle permet aux utilisateurs finaux d'utiliser les avantages de la technologie de la fibre optique, notamment la vitesse élevée, la capacité de transmission élevée et la fiabilité.



**Figure II.11:**Unité de réseau optique ONU.

## **II.9.Conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons passé en revue tous les composants de réseau FTTH. Nous avons présenté l'OLT, ONU, ODN, FDT, BPE, FAT, ONT qui sont les principaux composants de ce système et sont largement utilisée pour la télécommunication.

***Chapitre***

---

**III**

***Dimensionnement de réseau***

***FTTH***

---

### III.1.Introduction

Dans ce chapitre, nous allons définir les équipements pour le déploiement de la fibre optique en commençant par la localisation de site puis un schéma de chemin de câble après la canalisation avant de déployer les équipements de la fibre optique et faire les raccordements.

### III.2. Présentation de site

Nous allons installer un réseau FTTH à la cité Route de la mer de la commune de Ben Abd El-Malek Ramadan wilaya de Mostaganem. De deux cent (200) abonnés partagés sur vingt-quatre (24) ilots et de trois (3) blocs de bâtiment. Elle occupe une surface de 64053 m<sup>2</sup> comme montrer sur la figure.



**Figure III.1** : Cité Route de la mer [Image de Google Earth].

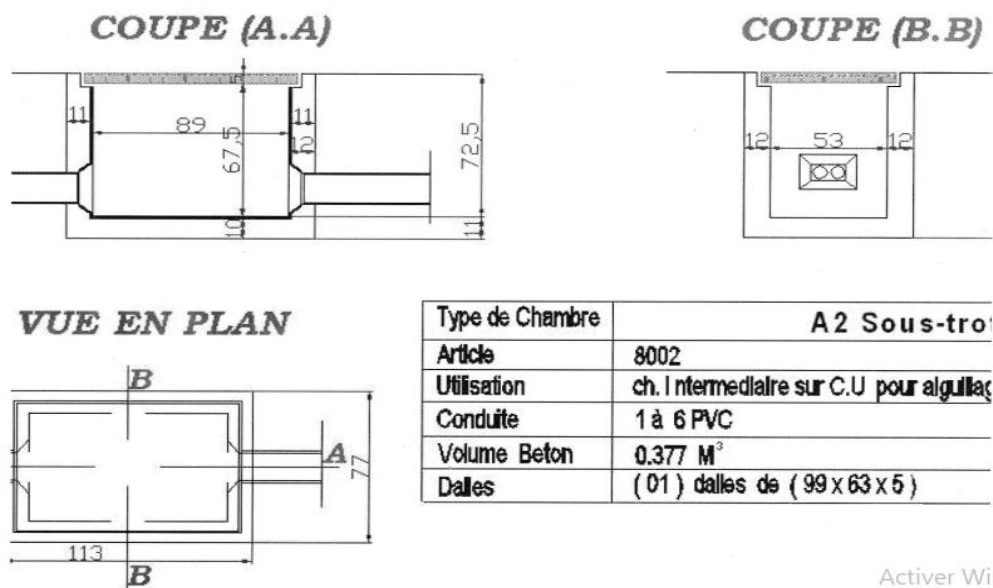
Pour ce projet, nous avons trois compté(3) blocs. Pour chaque bloc nous utilisons entre deux et trois (3) fibres. Par contre, dans les lotissements chaque ilot prend une seule fibre et deux fibres pour les ilots qui dépassent huit (8) logements.

La conduite de la fibre optique est souterraine, On utilise des différentes chambres pour le tirage et la distribution du câble de réseaux de télécommunications.

**III.3.Type de chambres de tirage et de distribution**

**III.3.1. Chambre A2**

C'est une chambre de tirage souterraine préfabriquée en béton armé, avec une seule dalle de dimensions (99x63x5 cm<sup>3</sup>) figure II.2. Cette chambre est utilisée pour les secours d'une panne ou d'un raccordement. Elles sont généralement accessibles par un technicien qualifié.



Activer Win  
Accédez aux di

**Figure III.2:** Représentation de la chambre A2 [document Algérie télécom].



**Figure III.3 :** Représentation de la cambre A2 [photo réelle].

III.3.2.Chambre A3

C'est une chambre souterraine de tirage, préfabriqué en béton armé, avec deux dalles de (65x63x5cm<sup>3</sup>) figure III.4.Elle utilisée pour les secours d'une panne ou d'un raccordement, elle ne contient pas de joint optique(closer).

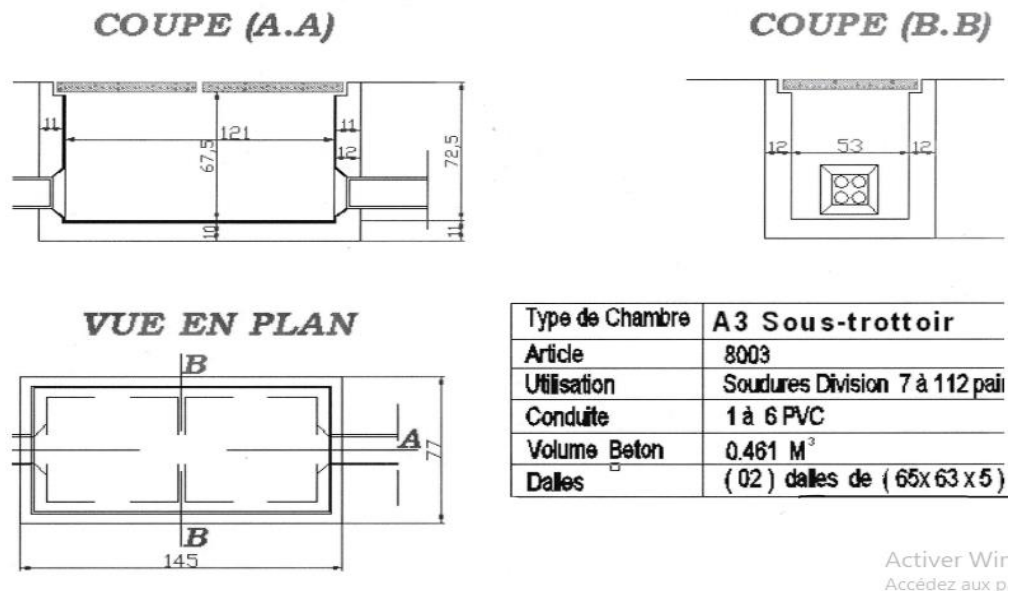


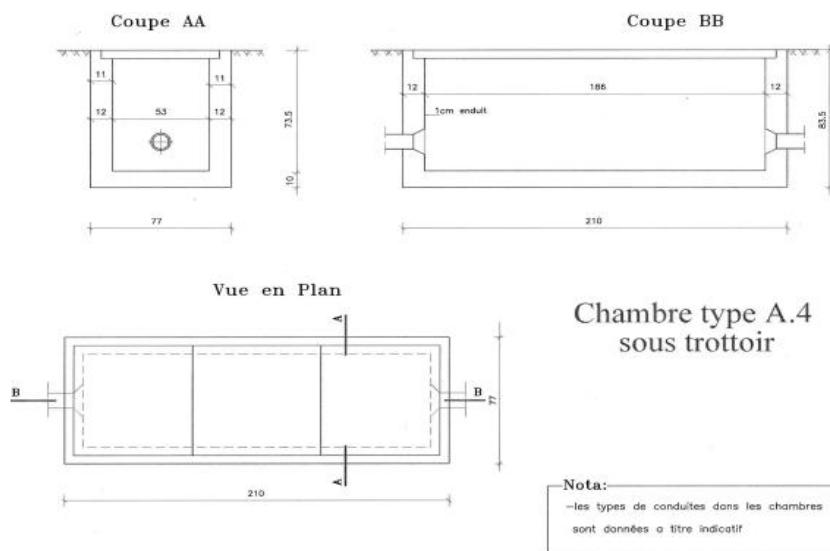
Figure III.4: Représentation de la chambre A3 [Document Algérie Télécom].



Figure III.5 : Représentation de la chambre A3 [Photo réelle].

## III.3.3 Chambre A4

C'est une chambre de tirage sou-trottoir préfabriquée en béton armé avec trois dalles de ( $77 \times 70 \times 5 \text{ cm}^3$ ) figure II.6, utilisée pour les secours d'une panne ou d'un raccordement, elle ne contient pas de joint optique (closer).



**Figure III.6 :** Représentation de la chambre A4 [document Algérie Telecom].



**Figure III.7 :** Représentation de la chambre A4 [Photo réelle].

III.3.4. Chambre B1

C'est une chambre de distribution sous-trottoir ou sous chaussée préfabriquée en béton armé avec trois dalles de (99x63x5cm<sup>3</sup>) figure III.8. Elle est utilisée pour les divisions et les extensions de la fibre pour un éventuel élargissement de la cité, elle contient un joint optique pour faire la division.

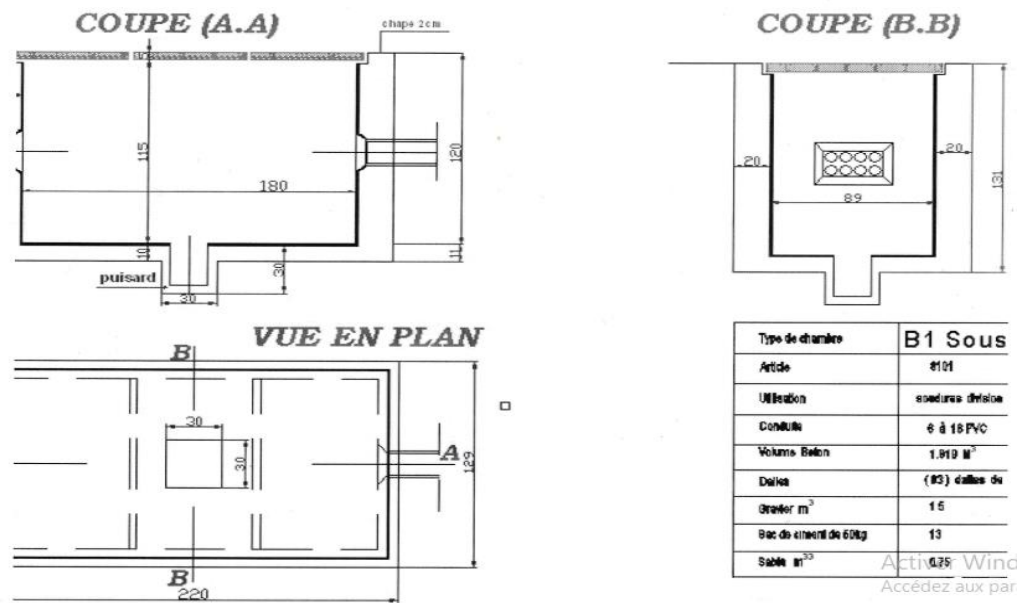


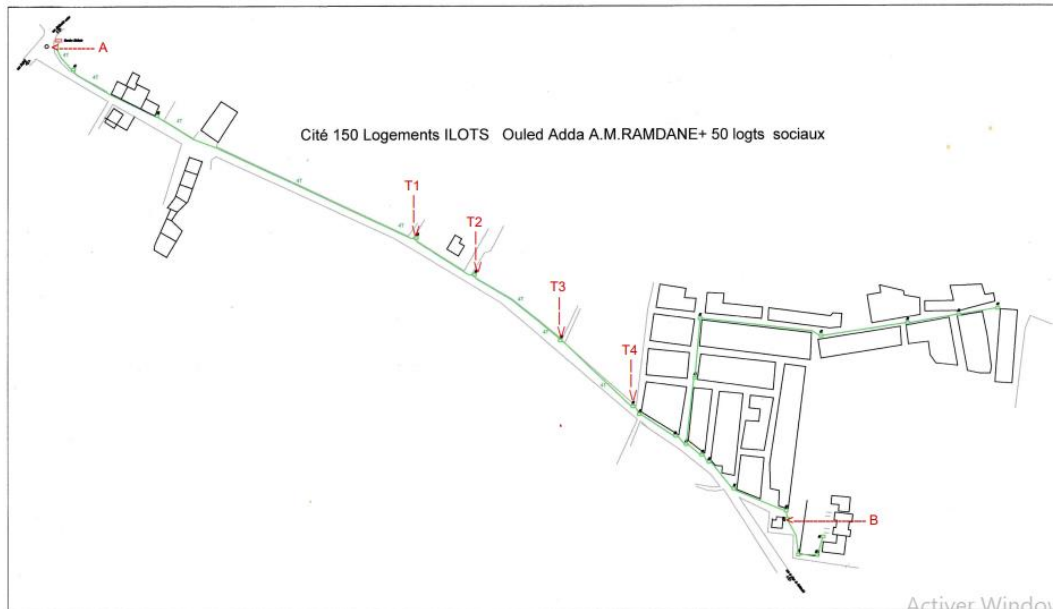
Figure III.8: Représentation de la chambre B1 [Document Algérie Telecom].



Figure III.9: Représentation de la chambre B1 [Photo réelle].

### III.4.Canalisation

Il faut creuser avec la machine micro-trancheuse une ligne jusqu'à l'abonné. Cette ligne doit contenir des chambres (au pointes « T1 T2 T3 T4 » de la figure III.10) pour une possible distribution ou tirage.

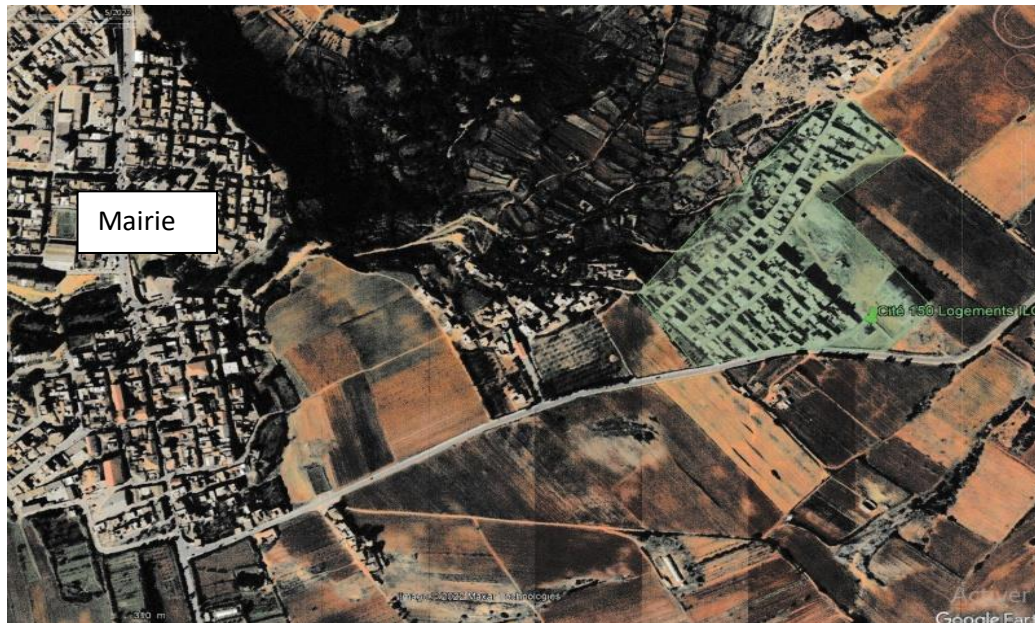


**Figure III.10:** Ligne de canalisation depuis le rond-point (point « A ») jusqu'à l'abonné.

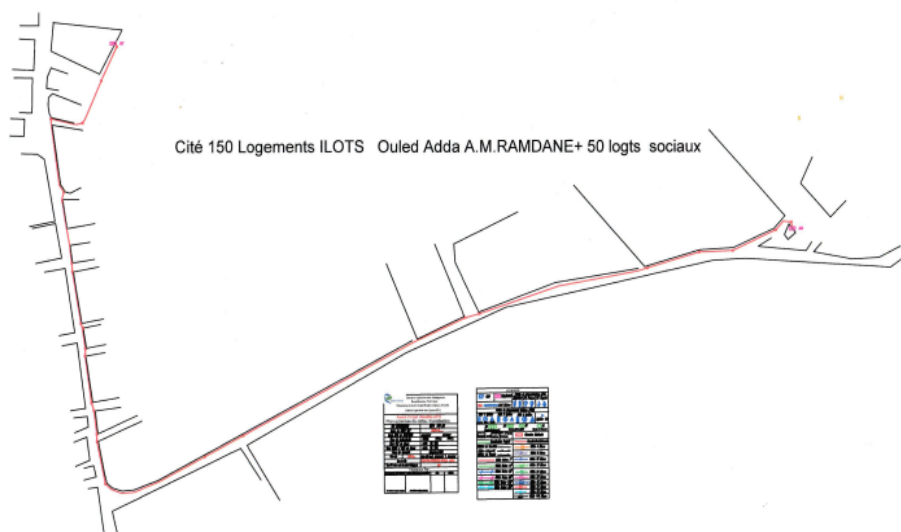
### III.5.Partie dimensionnement

#### III.5.1.Première étape de canalisation

La première étape de canalisation consiste à ramener un câble appelé LAMNI d'équipement ODN de la mairie de la commune Ben Abd El-Malek Ramadan et le faire passer par la route nationale jusqu'à l'équipement FDT de notre site de travail.



**Figure III.11:** Ligne de canalisation de cable lamni [Google Earth]



**Figure III.12:** Ligne de canalisation de cable lamni réalisée avec logiciel [auto-cade].

Pour ce chemin de cable LAMNI, il faut aussi utiliser des chambres de distribution ou de tirage à chaque intersection jusqu'au rond point (point « A »).

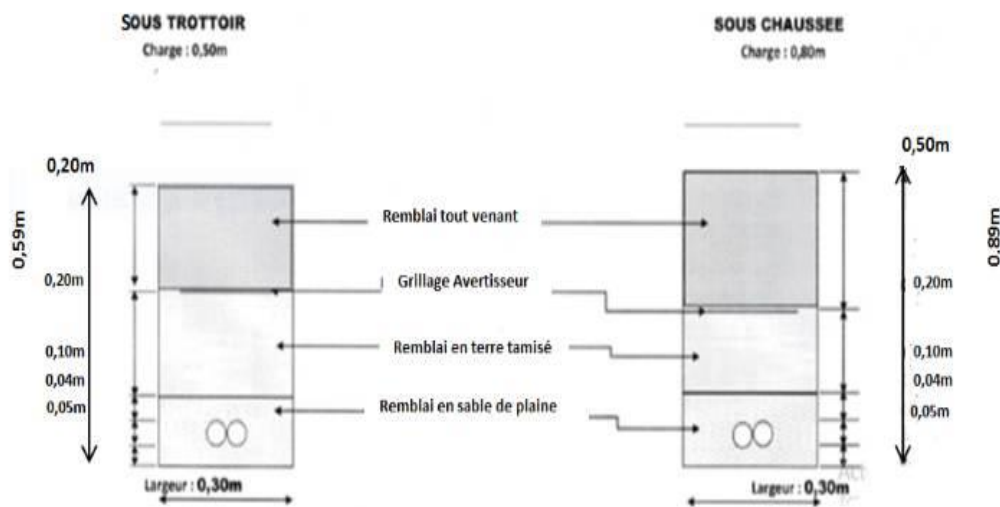
Notre travail de dimensionnement, démarre à partir du rond-point (point « A ») de la route nationale jusqu'à l'abonné.

En utilisant la machine micro-trancheuse, il faut creuser une tranchée de 800 m avec une profondeur de 89 cm et une largeur de 30 cm.

Nous mettons le câble, après nous remplissons la tranchée de 19 cm de remblai en sable de plaine, puis 20 cm de remblai en terre suivi d'un grillage avertisseur et finir avec 50 cm de remblai tout venant.

Arrivé au site (point « B »), la tranchée passe sur le trottoir. Dans ce cas la profondeur de la ligne devient 59 cm avec une largeur de 30 cm. Nous mettons le câble, après nous la remplissons avec 19 cm de remblai en sable de plaine suivi de 20 cm de remblai en terre et un grillage avertisseur et on finit avec 20 cm de remblai tout venant.

La figure III.13 montre une coupe de la tranchée creusée sur le trottoir (à gauche) et sur la chaussée (à droite).



**Figure III.13:** Canalisation allégée 01 fourreaux pehd.

### III.5.2 Site de travail (Route de la mer)

Nous choisissons le centre médical (point « B ») pour placer le FDT. A partir de ce point, nous allons distribuer le câble sur les abonnés. Ce point nous permet d'économiser en longueur la fibre optique.



Figure III.14: Emplacement de FDT.

Une entreprise privée utilise la micro-trancheuse pour creuser sur la route une tranchée jusqu'à l'abonnée. Après, il faut mettre le câble principal. Dans la chambre A3 à côté des bâtiments, le premier brin du câble va partir aux bâtiments et au centre médical. Nous allons donner pour chaque huit (8) utilisateurs un(1) FAT. Dans les deux blocs 'a' et 'c', nous avons compté quinze (15) utilisateurs, donc, nous allons utiliser deux (2) FAT pour chaque bloc et le bloc central 'b', contient vingt (20) utilisateurs, donc trois (3) FAT, en plus du FAT pour le centre médical (figure II.15).

Le deuxième câble sera distribué sur les lotissements.



Figure III.15: Canalisation de point B jusqu'à l'abonné (auto-cade).

### III.5.3. Installation des FATs

Pour ce site, nous devons installer trois (03) joints optiques pour alimenter toute la zone avec internet très haut débit. Après, nous allons compter le nombre de lotissements pour chaque ilot. Cette étape est nécessaire pour connaître les FATs utilisés pour chaque ilot.

Nous avons compté un nombre total de 26 FAT distribué comme suit : 19 FATs pour les lotissements et 7 FATs pour les trois (3) blocs (figure III.16).

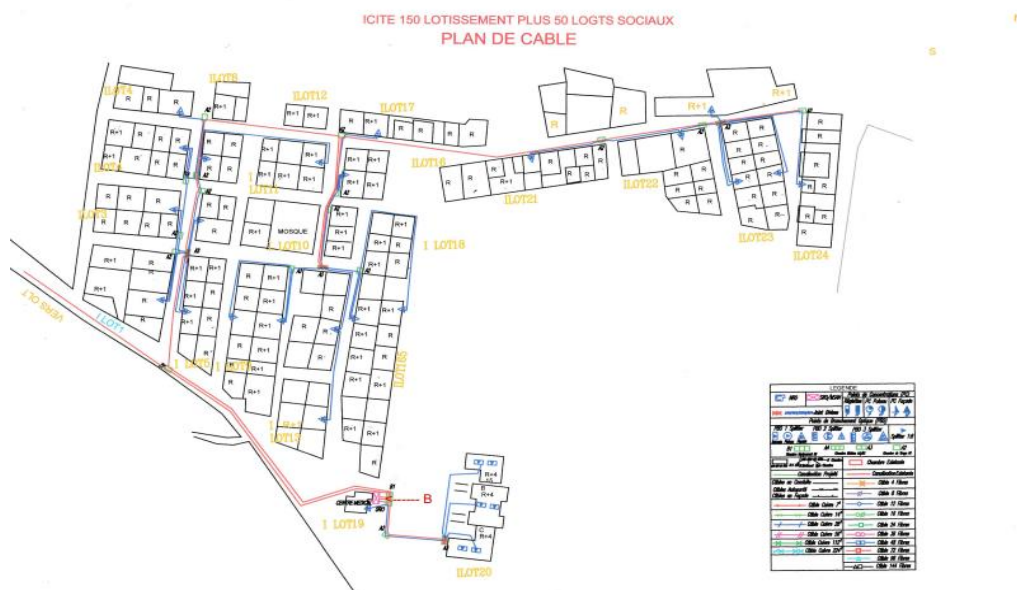


Figure III.16: L'installation des FATs pour chaque ilot (auto-cade).

Sur cette figure (III.17), nous présentons l'emplacement du FAT chez l'abonné. La photo montre aussi un exemple sur l'emplacement d'une chambre de distribution A2.



**Figure III.17:** Emplacement de FAT et de chambre de distribution A2 (photo réelle).

## III.6. Partie simulation

### III.6.1. Introduction

Cette partie consiste à étudier par simulation la liaison de fibre optique en termes de puissances et l'évolution du signal jusqu'aux abonnés à l'aide de logiciel Optisystem. Mais avant, nous allons faire un aperçu du logiciel optisystem.

### III.7. Bref aperçu du logiciel Optisystem

Optisystem est un logiciel de simulation développé par la société canadienne Optiware[document optisystem]. Il nous permet de concevoir ou de simuler et d'analyser des systèmes de télécommunications optiques. Les composants virtuels contenu dans la bibliothèque reproduisent efficacement presque les mêmes effets que les composants réelles. Il est doté de différents outils de visualisation comme l'analyseur de spectre optique, oscilloscope, analyseur BER pour les performances avant/après la propagation.

L'interface de logiciel se présente comme montré sur la figure (III.18) suivante :

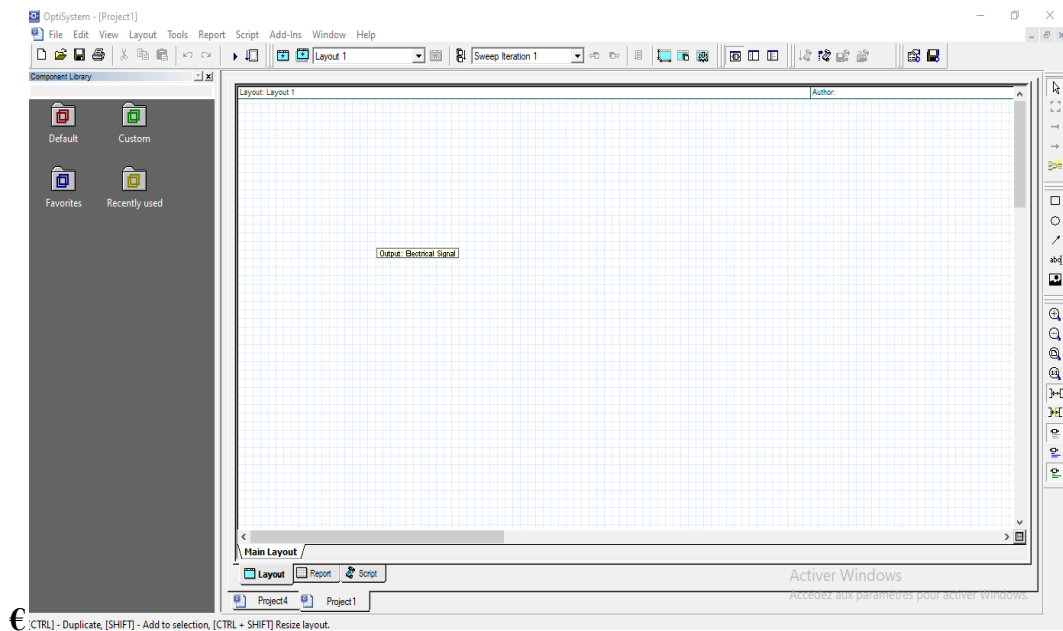


Figure III.18 : Interface de logiciel Optisystem.

### III.8 Bibliothèque (figure III.19) :

Elle contient tout type de composant et d'équipement pour réaliser des schémas qu'on désire simuler. Comme les générateurs, modulateurs, filtres, multiplexeurs, amplificateurs,....

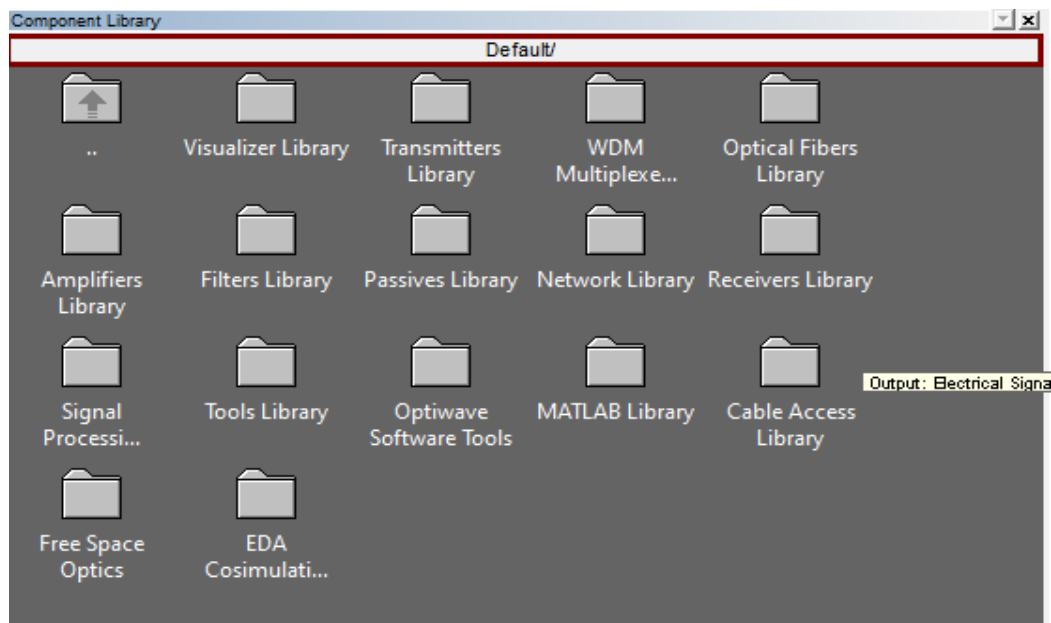
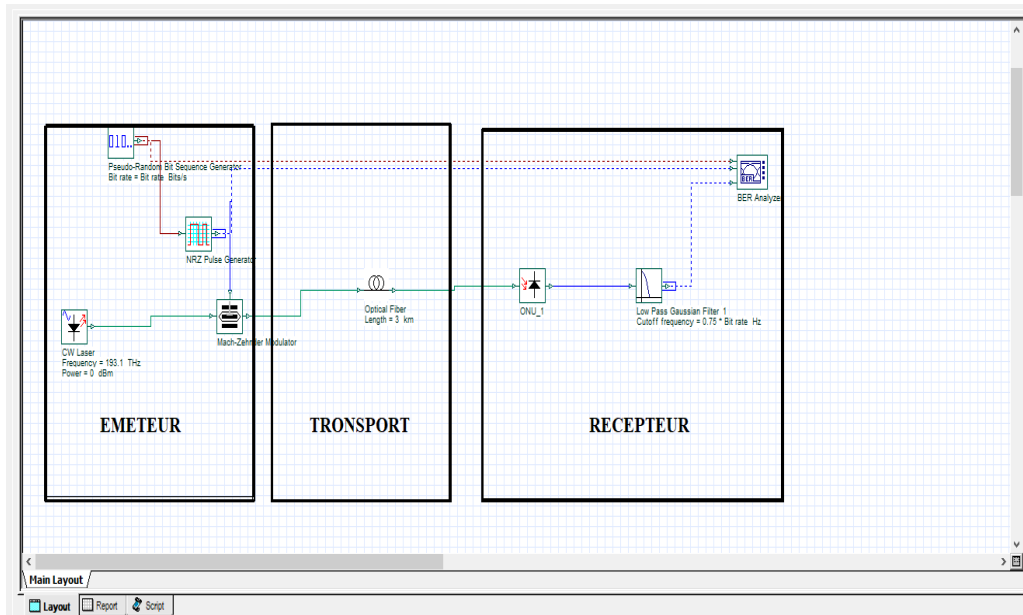


Figure III.19: Bibliothèque de logiciel Optisystem

### III.9 Conception d'une liaison optique

Une liaison optique est constituée(figure III.20) de :

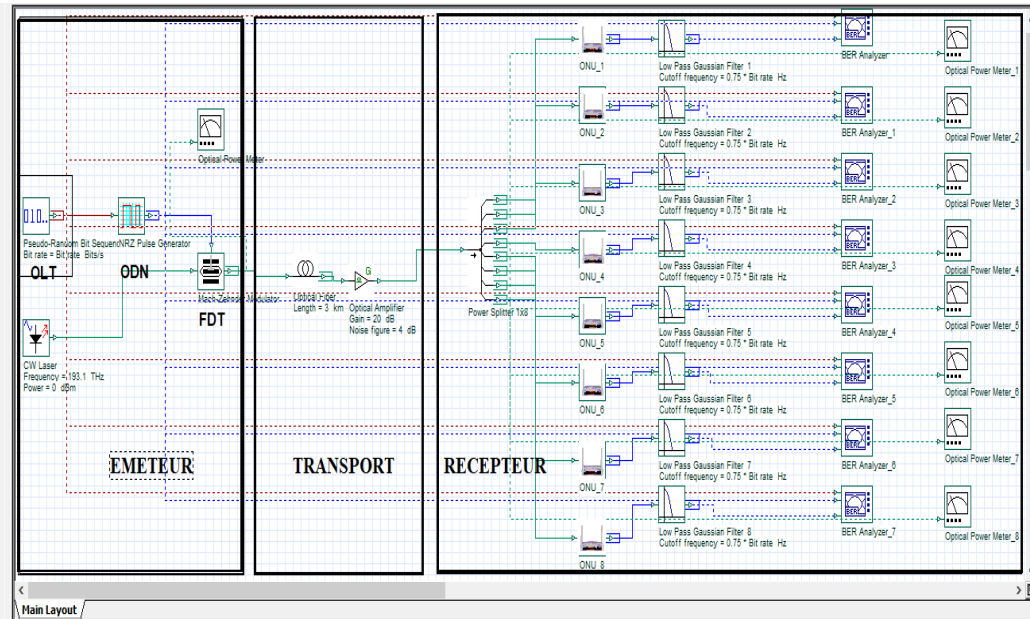
- émetteur
- canal de communication
- récepteur



**Figure III.20:** Composants du système de communication optique.

### III.10 Simulation

Dans cette partie, nous allons faire la simulation avec le logiciel Optisystem le montage équivalent à la liaison entre la mairie et la Cite Route de la mer. C'est le schéma étudié en ce troisième chapitre. Le but de cette simulation est de voir l'évolution du signal transmis sa puissance et son atténuation. Les paramètres intégrés pour la simulation sont : 3 km pour la longueur de la fibre optique et 1Gbit/s pour le générateur de bit. La figure III.21, montre notre architecture proposée pour la cité Route de la mer.



**Figure III.21:**Montage équivalent de la liaison Mairie-Cité la Route de la mer.

### Diagramme de l'œil

Pour voir la qualité du signal optique transmis, nous allons visualiser son diagramme de l'œil. Cette courbe peut nous informer sur la dispersion dans le signal optique par l'élargissement temporel des impulsions, et du bruit d'amplitude qui résulte de l'émission spontanée et amplifiée du signal et tout le long de son parcours dans la liaison optique.

Les diagrammes de l'œil obtenus pour six abonnés simultanément sont présentés sur la figure III.22 suivante.

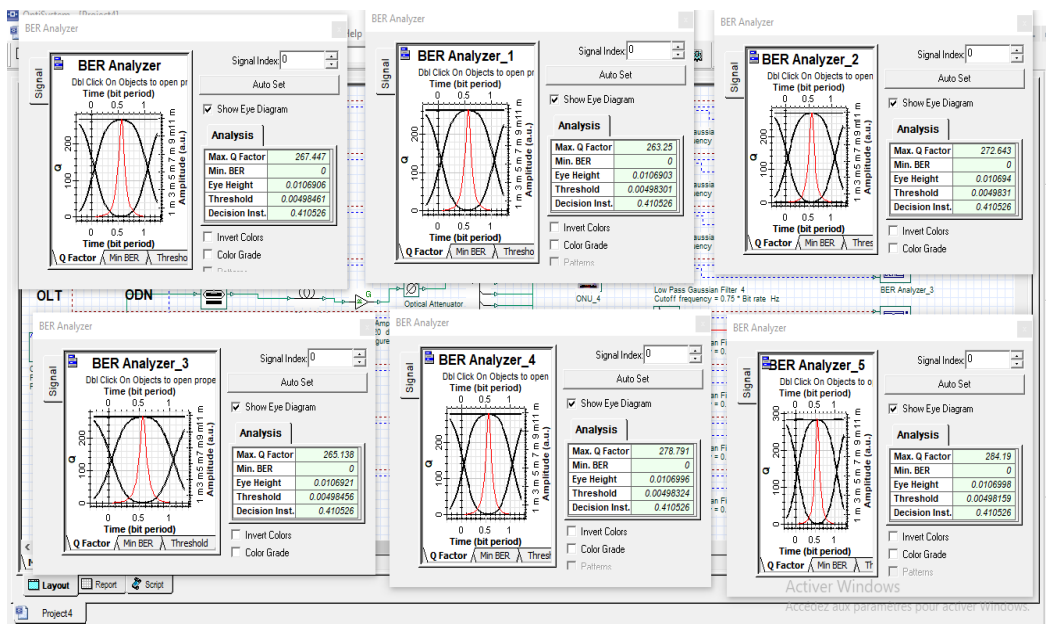
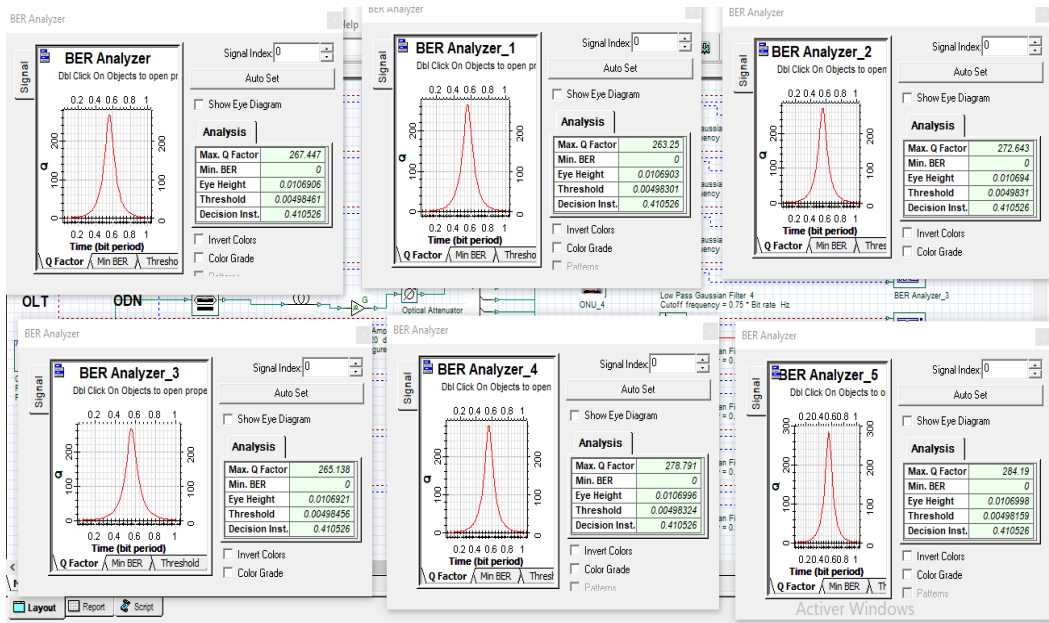


Figure III.22 : Diagramme de l'œil des liaisons des abonnés.

Nous observons un œil ouvert et nettes chez tous les abonnés synonyme d'une bonne transmission optique.

### III.11 Facteur de qualité Q :

Permet de quantifier la "qualité d'un filtre ». Plus ce facteur Q est élevé, plus le filtre est sélectif. Dans notre cas ce filtre est optique, et la figure III.23 suivante présente les résultats de simulations concernant ce facteur.



**Figure III.23 :** Facteur de qualité des liaisons des abonnés.

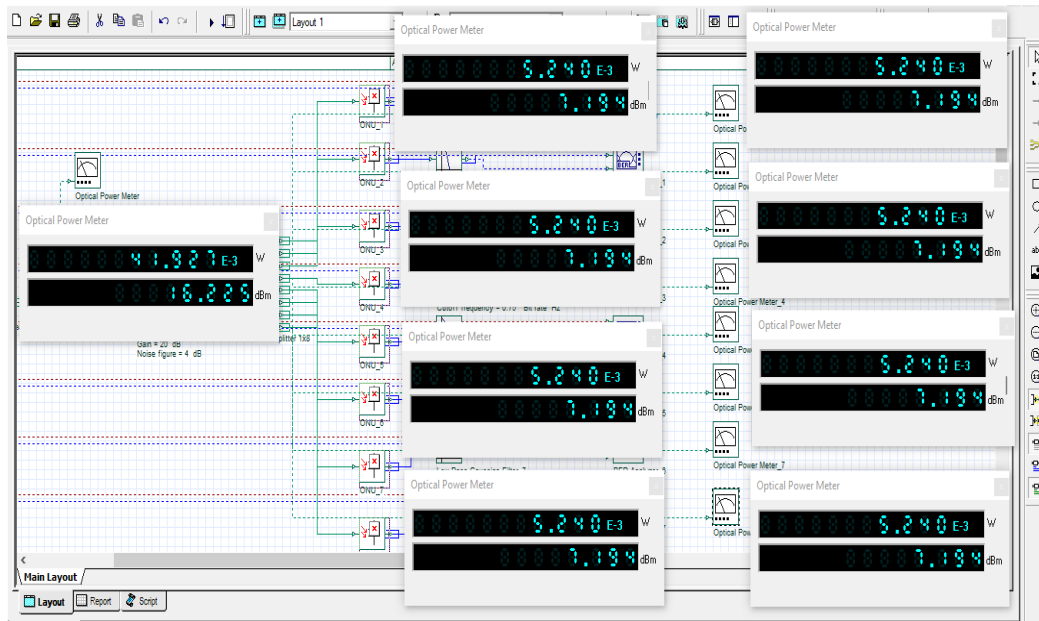
Nous avons obtenu des bons facteurs de qualité Q (Q varie de 263,25 à 278,79) pour notre liaison et cela grâce à la courte distance de fibre (3km).

La variation du facteur de qualité d'un abonné à un autre est due à sa distance par rapport à l'équipement FAT.

### III.12 La puissance de signal

Pour la puissance nous avons émis une puissance de  $41.927 \times 10^{-3}$  Watt.

Pour les huit abonnés notre signal arrive au point de sortie (ONU) son aucune atténuation de puissance (figure III.24)



**Figure III.24:** Puissance totale à chaque abonné.

Tous les résultats de simulation montrent une très bonne transmission de signal dans notre liaison de la mairie de Ben Abd El-Malek Ramadan jusqu'à l'abonné. Et nous pouvons dire que c'est un dimensionnement pour une installation du réseau FTTH bien réussi.

### III.13 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons réalisé un dimensionnement de la cité Route de la mer commune Ben Abd El Malek Ramdan wilaya de Mostaganem pour la relier avec la fibre optique. Nous avons simulé avec le logiciel optisystem cette architecture de transmission. Les résultats ont montré une bonne transmission du signal optique ce qui est normal pour cette longueur optimisée à 3Km de fibre optique.



---

## **Conclusion Générale**

## Conclusion générale

La technologie de télécommunications est toujours en évolution dans les domaines de la télécommunication en générale et particulièrement sur la télécommunication optique. Cette dernière permet d'atteindre un niveau de performances élevé qui est concentré sur l'amélioration de la transmission de signal optique.

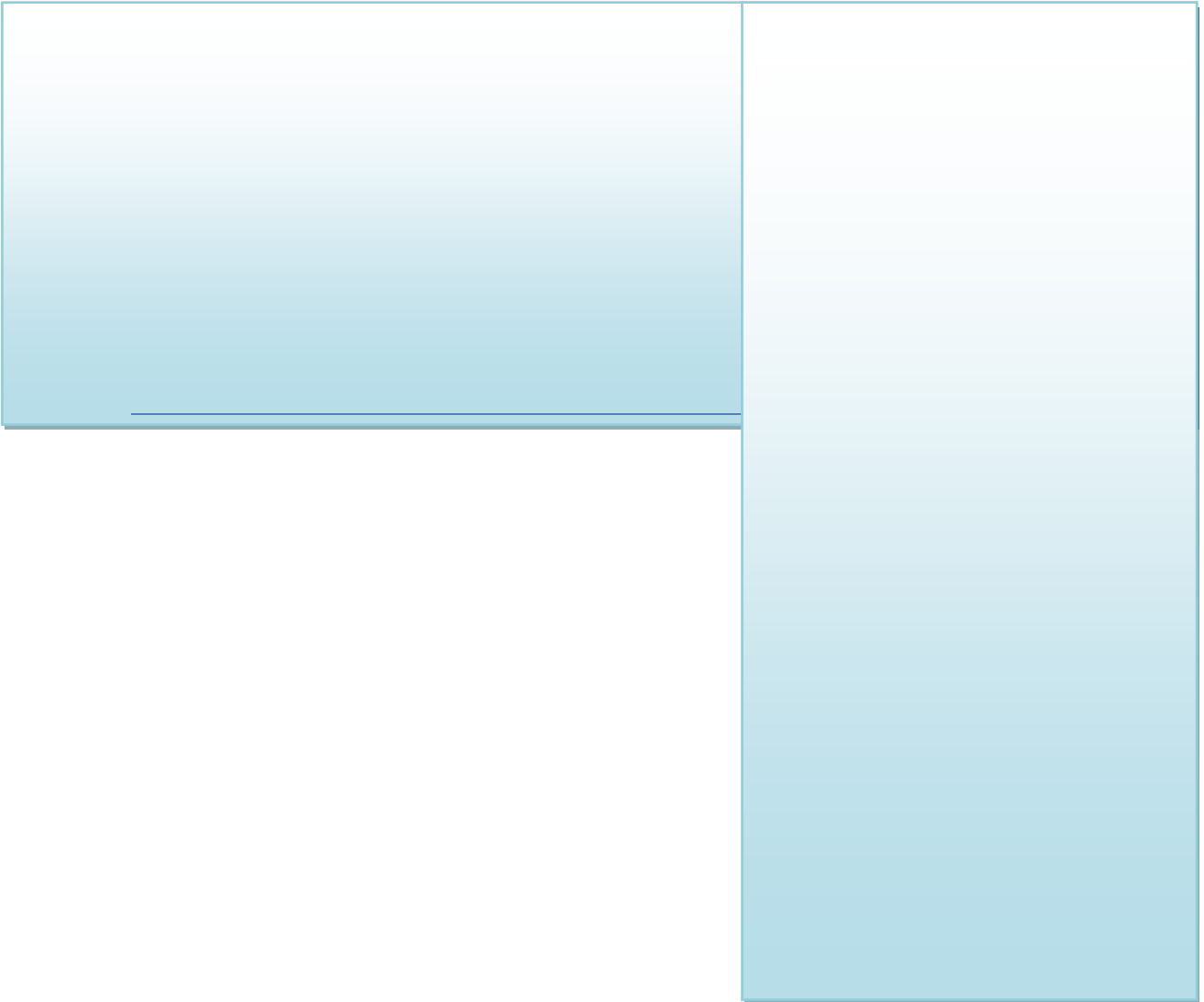
Notre projet consiste à faire le dimensionnement pour installer un réseau de télécommunication optique dans la cité Route de la mer commune de Ben Abd El Malek Ramadan wilaya de Mostaganem, qui contient 200 habitants (futurs abonnés) avec la technologie « FTTH » internet très haut débit.

Nous avons calculé un nombre total des équipements FATs qui sont de 26 équipements, 19 FAT pour les lotissements et 7 FAT pour les bâtiments. Nous avons aussi proposé le nombre 26 chambres de tirage et de distribution et 3 joints optiques. La longueur optimale de la fibre optique que nous avons trouvée est de 3 Km. Ces chiffres présentent la meilleure évaluation parce qu'ils nous permettent d'économiser dans les matériels et par conséquent diminuer le prix d'installations de ce réseau.

Puis nous avons simulé avec le logiciel Optisystem cette liaison optique qui relie la mairie de Ben Abd El-Malek Ramadan à la zone de travail (cité Route de la mer) pour la transmission du signal optique et nous avons obtenu une bonne transmission de signal chez tous les abonnés selon le diagramme de l'œil et la puissance émise d'entrée et celle reçue par l'abonné.

A la fin et pour une éventuelle extension de cette zone (cité Route de la mer), nous avons prévu 4 chambres de distribution à chaque branchement sur la route menant à ce site.

Ce projet a été réalisé après un stage fait à « Algérie télécom », qui nous a permis de voir les différentes constitutions du réseau FTTH à savoir les composantes OLT, ODN, FAT,....., Nous avons aussi appris à connecter la fibre optique aux différents nœuds et à vérifier la qualité de signal de transmission.



---

# **Bibliographie**

## Bibliographies

- [1] Université de Blida 1 Thème-Analyse Numérique Et Etude Spectrale De Réseaux De - Bragg A Fibre: Compensation De La Dispersion Chromatique Dans Une Ligne De Transmission Optique - Réalisé par : - Tahy Mimouna Merabta - Chadouli Sabra 2019.
- [2] Article « Histoire et future des fibres optiques et de leur capteurs » publié en 2018 dans le cadre de la fête de la science dont the conversation France est partenaire.
- [3] site de Laurent Baysse publié le 06 mars 2005
- [4] MEUNIER. J - P; 2003 – « Télécoms Optique » : Composants à fibres systèmes de transmission. Ed. Hermes. Paris.
- [5] UNIVERSITE IBN KHALDOUN TIARET - Thème-Etude et Simulation de la qualité de Service (QOS) D'un réseau d'accès fibre optique FTTH-GPON - Cas ville de Tiaret - Réalisé par : Guendouz Chaimaa Bougheddou Amel 2022
- [6]Mounir Assia, Bennani anas, Loukili Anouar, « les amplificateurs optique » 2010
- [7] CHLUDA. C ; 2006 - « Bruit basse et moyenne fréquence des amplificateurs optiques distribués à effet Raman » Thèse de doctorat de l'Université Montpellier II.
- [8] Amari Malika, Hamri Billel « Etude et évaluation d'une chaîne de transmission optique point à point avec une longueur d'onde »université de Saida- juin 2017
- [9] MRABET. H ; « Cours Réseau d'accès optique ». Institut Supérieur des Etudes Technologiques en Communications de Tunis. - 2011
- [10] Mohammed MOKRETAR & Nabil NOURA, Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme de MASTER < Étude et Conception d'un Système de Transmission Optique en Utilisant la Technologie WDM 4 x 20 Gbit/s > Chlef, Juil 2019.
- [11] Bouaziz, D.; Chabrol, G.; Guessoum, A.; Demagh, N.-E.; Lecler, S. Photonic-Jet Shaped Optical Fiber Tips versus Lensed Fibers. Photonics 2021, 8, 373. <https://doi.org/10.3390/photonics8090373>
- [12] HAMCHAOUI Massinissa, AMARA Serina < Etude d'un système FTTH > MEMOIRE EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE MASTER, UNIVERSITE A.MIRA-BEJAIA, 2018/2019

[12] UNIVERSITE IBN KHALDOUN TIARET - Thème-Etude et Simulation de la qualité de Service (QOS) D'un réseau d'accès fibre optique FTTH-GPON - Cas ville de Tiar

[13] VERNEUIL. J – L ; 2003 - « Simulation de system par fibre optique à 40Gbit/s » Telecom. Hautes Fréquences et optiques. Thèse de doctorat de l'université de Limoges.

[14] Transmission Optique | PDF | Fibre optique | Indice de réfraction (scribd.com)

[15] « Mémoire SUR LES RESEAUX FTTH » ; COGISYS ; Architecture des systèmes de communication, Juillet 2009