



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

UNIVERSITE IBN KHALDOUN - TIARET

MEMOIRE

Présenté à :

FACULTÉ DES MATHÉMATIQUES ET DE L'INFORMATIQUE
DÉPARTEMENT D'INFORMATIQUE

Pour l'obtention du diplôme de :

MASTER

Spécialité : Réseau et télécommunication

Par :

Guendouz Chaimaa
Bougheddou Amel

Sur le thème

Etude et Simulation de la qualité de Service (QOS)
D'un réseau d'accès fibre optique FTTH-GPON
Cas ville de Tiaret

Soutenu publiquement le 29/06/2022 à Tiaret devant le jury composé de :

Mr Aid Lahcene	M.C.A Université Tiaret	Président
Mr Mostefaoui Kadda	M.A.A Université Tiaret	Encadrant
Mr Nassane Samir	M.A.A Université Tiaret	Examineur

2021-2022

Remerciements

D'abord nous tenons à remercier le Dieu le tout puissant, de nous avoir donné la force permis d'arriver à ce niveau d'étude, et la patience d'accomplir ce modeste travail.

Nous tenons à exprimer nos profonds remerciements à nos chers parents :

Qui n'ont jamais cessé de nous encourager et nous conseiller ils nous ont beaucoup aidé de tout en long de notre chemin, grâce à leur amour, leur compréhension et leur patience sans jamais nous quitter des yeux ni baisser les bras et leur soutien moral et matériel, on ne saurait vraiment envers eux.

*Nos remerciements s'adressent particulièrement à notre encadrant **Mr. Mostefaoui Kadda** pour sa bonne volonté d'accepter de nous encadrer, pour tous les conseils qu'il nous a donné, son aides, ses remarques et sa gentillesse.*

Nous tenons à gratifier aussi les membres de jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre recherche en acceptant d'examiner notre travail et de l'enrichir par leurs propositions.

*Nos remerciements également très vivement à **Algérie –Télécom TIARET** pour le stage ainsi que les ingénieurs (groupe FTTH) qui nous ont aidé dans notre travail.*

Enfin, on adresse nos s'incères sentiments de reconnaissances à toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail

Dédicaces

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 Mon oncle **Mr. Bougheddou Hamid** qui m'a accompagné et encouragée tout au long de mes études,*

A mon grand-père décédé qui était un soutien et une aide pour moi.

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

*A mes chers frères **Mohammed, Hamid** et mes sœurs chères sœurs **Manel, Waffa**.*

A toutes les personnes chères à mon cœur, pour leur aide, leur temps, leur encouragement, leur assistance et soutien ;

Sans oublier tous les professeurs que ce soit du primaire, du moyen, du secondaire ou de l'enseignement supérieurs ;

*A mon binôme **Chaimaa**, qui a contribué à la réalisation de ce modeste travail.*

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

Tous ceux qui m'aiment et que j'aime.

Merci infiniment.

Amel

Dédicaces

Avec l'expression de ma reconnaissance, je dédie ce travail à ceux qui, quels que soient les termes embrassés, je n'arriverais jamais à leur exprimer mon amour sincère.

A moi-même qui a travaillé fort et fait de son mieux pour réaliser son ambition.

*A l'homme, mon précieux offre du dieu, qui doit ma vie, ma réussite et tout mon respect : mon cher père **Guendouz Benaissa**, des remerciements particuliers et sans limites, il n'y a pas de mots ni de sentiments pour les exprimer.*

*A la femme qui m'a donné la vie comme si c'était le secret de mon existence et de ma joie, à celle qui souffert sans me laisser souffrir, qui n'a jamais dit non à mes exigences et qui n'a épargné aucun effort pour me rendre heureuse: mon adorable mère **Chikhi Badra**.*

*A Mon oncle **Mr. Guendouz Ahmed** Je tiens à exprimer ma gratitude et ma reconnaissance pour ton précieux soutien, ton encouragement tout au long de mes années d'étude, ont été pour moi l'exemple de persévérance.*

*A mes chers frères **Abdelrahmane, Serbah** et **Zakaria**, source de joie et de bonheur.*

*A mon binôme **Amel**, qui a contribué à la réalisation de ce modeste travail.*

Chaïmaa

Table des matières

Remerciement

Dédicace

Table de matières

Table de figure

Liste des symboles

Liste des abréviations

Introduction Générale 1

Chapitre I Etude théorique dans domaine des réseaux d'accès optique

1 Introduction 4

2 Les Technologies d'accès 4

2.1 Les Technologies d'accès en cuivre 5

2.1.1 Le réseau téléphonique commuté (RTC) 5

2.1.1.1 RNIS (Réseau Numérique à Intégration de Services) 5

2.1.2 Les Réseaux Xdsl 6

2.1.2.1 HDSL (High Bit Rate DSL) 6

2.1.2.2 SDSL (Single Line DSL) 6

2.1.2.3 ADSL (Asymmetric DSL) 7

2.1.2.4 RADSL (Rate Adaptive DSL) 7

2.1.2.5 VDSL (Very high bit rate DSL) 7

2.1.3 La technologie d'accès MSAN 8

2.2 Les Technologies d'accès sans fils 8

2.2.1 Deuxième génération des téléphones mobiles (2G) 8

2.2.2 Troisième génération des téléphones mobiles (3G) 9

2.2.3 Quatrième génération des téléphones mobiles (4G) 9

2.2.4 Cinquième génération des téléphones mobiles (5G) 9

2.2.5 WiMAX 9

2.3 La technologie d'accès en fibre optique 10

2.3.1 La Fibre Optique (FO)	10
2.3.1.1 Différents types de fibres optiques	10
2.3.1.1.1 Fibre multimode	10
2.3.1.1.2 Fibre monomode	11
2.3.1.2 Les avantages et les Inconvénients de la fibre optique	11
2.3.2 Les réseaux optiques	12
2.3.2.1 Les catégories de réseaux optiques	12
2.3.2.2 Le FTTX, Fiber to the....	12
2.3.2.2.1 Conception et planification de réseau FTTx	13
2.3.2.2.2 Déploiement d'un réseau FTTx	14
2.3.2.2.3 Les Catégories de technologie FTTx	14
2.3.2.2.3.1 Les réseaux de desserte optique jusqu'à un point de distribution	14
2.3.2.2.3.2 Les réseaux de desserte optique jusqu'à l'utilisateur	15
2.3.2.2.4 Les Topologies FTTx	16
2.3.2.2.5 Les technologies FTTx	16
3 Architecture des réseaux FTTH	19
3.1 L'architecture point-à-point (P2P) (Ethernet)	
3.2 L'architecture point-multipoint (P2M) ou PON (Passive Optical Network)	19
3.3 Les architectures optiques actives (AON)	20
4 Les réseaux optiques passifs PON (passive Optical network)	21
4.1 Architecture du réseau PON	21
4.1.1 L'architecture PON unidirectionnelle	21
4.1.2 Architecture bidirectionnelle	22
4.2 Les standards de l'architecture passives PON	22
4.2.1 Comparaison des standards d'un réseau PON	23
5 La technologie G-PON	24
5.1 Les Avantages et les Inconvénients du G-PON	25

5.2 Architecture du Réseau d'Accès GPON FTTH	26
5.3 Composants du réseau FTTH GPON du central optique jusqu'à chez l'abonné	27
6 Conclusion	31

Chapitre II La qualite de service (QoS)

1 Introduction	33
2 Généralité sur la qualité de service(QoS)	33
2.1 Définition de la qualité de service	33
2.2 Les objectifs de la qualité de service(QoS)	34
2.3 L'importance de la qualité de service (QoS)	35
2.4 Paramètres de QoS	35
2.5 Les classe de services(CoS)	37
2.6 Les critères déterminant la qualité de service	37
2.7 Exigences des applications en métrique de la QoS	38
2.8 Gestion de la qualité de service	39
2.8.1 Le modèle IntServ	39
2.8.2 Le modèle DiffServ	40
2.8.3 Modèle IntServ associé au modèle DiffServ	41
2.9 FTTH et la qualité de service (QoS)	41
2.10 Exemple de qualité de service en réseaux FTTH	42
3 La qualité de service et les fournisseurs d'accès Internet(FAI)	42
3.1 Fournisseurs d'accès à Internet	42
3.2 L'importance capitale de la qualité de service (QoS) pour les fournisseurs d'accès à Internet	43
4 Conclusion	43

Chapitre III Etude et Simulation la qualité de service d'un réseau FTTH-GPON

1 Introduction	45
2 Etude et conception de réseau FTTH-GPON	45

2.1 APS (Avant-projet Sommaire) de la Cité «400logs AADL-Tiaret»	46
2.2 APD (Avant-projet Détaillé)	50
2.2.1 APD (Partie de transport)	50
2.2.2 APD (Partie distribution)	51
3 Simulation de réseau FTTH-GPON	55
3.1 Présentation du logiciel OptiSystem	55
3.2 Avantages du logiciel OptiSystem	57
3.3 Conception d'une liaison optique	57
3.4 Critères de qualité d'une transmission	58
3.4.1 Le facteur de qualité en amplitude ou facteur Q	58
3.4.2 Le taux d'erreurs binaire (BER)	58
3.4.3 Le diagramme de l'œil	59
3.5 La simulation du réseau FTTH-GPON de la cité «400 logements AADL Sougueur-Tiaret»	59
3.5.1 Le sens descendant	59
3.5.2 Le sens montant	60
3.5.3 Simulation et Résultats	61
3.5.3.1 L'influence de la distance	61
3.5.3.1.1 Discussion des résultats de la simulation (distance)	63
3.5.3.2 L'influence de la longueur d'onde	64
3.5.3.2.1 Discussion des résultats de la simulation (longueur d'onde)	66
3.5.3.3 L'influence de l'atténuation sur la transmission	67
3.5.3.3.1 Discussion des résultats de la simulation (atténuation)	70
4 Conclusion	70
Conclusion générale	72
Bibliographie	
Webographie	
ANNEXES	
Résumé	

Liste des Figures

Figure 1:Les différentes technologies d'accès	5
Figure 2:Division de bande passante ADSL	7
Figure 3:Equipement MSAN	8
Figure 4: Schéma simplifié de la fibre optique	10
Figure 5:Fiber Optique monomode	11
Figure 6: Fiber-to-the-x	13
Figure 7: Planification de réseau FTTx	13
Figure 8:Déploiement FTTx	14
Figure 9:Réseau de desserte optique jusqu'à un point de distribution	15
Figure 10:Réseaux de desserte optique jusqu'à l'utilisateur	15
Figure 11:Topologies FTTx	16
Figure 12:Technologies FTTx	17
Figure 13:Structure d'un réseau FTTB	17
Figure 14:Structure d'un réseau FTTC	18
Figure 15:Structure d'un réseau FTTH	18
Figure 16:Architecture point-à-point (P2P)	19
Figure 17:Architecture point-multipoint (P2M)	20
Figure 18:Topologies PON	20
Figure 19:Architectures active(AON)	21
Figure 20:Architecture unidirectionnelle	22
Figure 21:Architecture bidirectionnelle	22
Figure 22:La carte GPON	25
Figure 23:Architecture du réseau d'accès GPON FTTH	26
Figure 24:Composants passifs d'un réseau FTTH	27
Figure 25:OLT	28
Figure 26:ODF (Intérieur et extérieur)	28
Figure 27:SRO (Intérieur et extérieur)	29
Figure 28:Splitter PLC	30
Figure 29:PBO	30
Figure 30:ONT	31
Figure 31:La qualité dans les services	34

Figure 32:Modèle IntServ (Integrated Service)	40
Figure 33:Architecture DiffServ	40
Figure 34:Architecture IntServ /DiffServ	41
Figure 35:Fournisseur d'accès à Internet (FAI)	43
Figure 36:Schéma global de la création de l'APS	45
Figure 37:Schéma directeur d'équipement actif	46
Figure 38:Cité 400 logs Sougueur –Tiaret sur Google Eartch	47
Figure 39: Les chambres existantes	48
Figure 40:Plan schéma de câble FO	50
Figure 41:Le Plan schéma de Câble FO (Partie distribution) Zone Immeuble	51
Figure 42:Calcul de budget optique modèle	53
Figure 43:Le schéma final du déploiement du FTTH-GPON	54
Figure 44:La fenêtre d'OptiSystem	55
Figure 45:Bibliothèque des composants	55
Figure 46:Interface d'utilisateur graphique (GUI)	56
Figure 47:Fenêtre de présentation du Projet en cours	56
Figure 48:Fenêtre de description du layout	57
Figure 49:Les composantes d'un système de communication optique	57
Figure 50:Le diagramme de l'œil	59
Figure 51:Simulation GPON (Sens descendant)	60
Figure 52:Simulation GPON (Sens ascendante)	61
Figure 53:Le diagramme de l'œil de 17 Km (descendante)	62
Figure 54:Le diagramme de l'œil de17 Km (ascendante)	63
Figure 55:Diagrammes de l'œil en aval pour différentes valeurs de longueurs d'ondes	65
Figure 56:Diagrammes de l'œil en montant pour différentes valeurs de longueurs d'ondes	66
Figure 57:Diagramme de l'œil en fonction de variation d'atténuation (descendante)	68
Figure 58:Diagramme de l'œil en fonction de variation d'atténuation (ascendante)	69

Liste des Tableaux

Tableau 1: Comparaison les standards du PON	24
Tableau 2: Exigence de quelques applications en termes de QoS	39
Tableau 3: Fiche de pointage de cité 400 logements AADL Sougueur-Tiaret	47
Tableau 4: Calcul des équipements passifs de la zone immeuble APS	49
Tableau 5: Calcul des équipements passif de la zone immeuble APS	49
Tableau 6: BOQ d'équipement (Actif/Passif) globale de la zone à desservir	50
Tableau 7: Dimensionnement des câbles FO (Partie Transport)	51
Tableau 8: Dimensionnement le câble FO (partie de Distribution)	52
Tableau 9: Dimensionnement du câble FO en distribution D2	52
Tableau 10: Les résultats de BER et le Q Factor pour la liaison descendante	62
Tableau 11: Les résultats de BER et le Q Factor pour la liaison ascendante	63
Tableau 12: Résultats de BER et le facteur Q liaison simulée en aval	64
Tableau 13: Résultats de BER et le facteur Q liaison simulée en amont	65
Tableau 14: L'influence d'atténuation sur le facteur Q (descendante)	67
Tableau 15: L'influence d'atténuation sur le facteur Q (ascendante)	68

Liste des symboles

Q	le facteur de qualité.
I1 Et I2	les tensions moyennes
δ_1 Et δ_2	les écarts types des densités

Liste des abréviations

2G : Deuxième Génération.

3G : Troisième Génération.

4G : Quatrième Génération.

5G : Cinquième Génération.

A

ADSL: Asymmetric Digital Subscriber Line.

AON : Active Optical Network.

APON : ATM PON Asynchronous Transfer Mode Passive Optical Network.

APD : Avant-Projet Détaillée.

APS : Avant-Projet Sommaire.

ATB : Appareil de ligne optique terminale.

ATM: Asynchronous Transfer Mode.

B

BER: Bit Error Rate.

BPI: Boîtier Pied Immeuble.

BPON: Broadband Passive Optical Network.

C

CCITT : Comité Consultatif International Télégraphique et Téléphonique.

CDR: Call Detail Record.

COS: Classe De Services.

D

DiffServ: Differentiated Service.

DSCP: Differentiated services code point.

DSL: Digital Subscriber Line.

DSLAM: Digital Subscriber Line Access Multiplexer.

E

EDGE: Enhanced Data GSM Environment.

EPON: Ethernet Passive Optical Network.

F

FAI : Fournisseurs d'accès Internet.

FAT: Terminal Access Fiber.

FDT: Fiber Distribution Terminal.

FO: Fiber Optique.

FSAN: Full Service Access Network.

FTTB: Fiber-To-The-Building

FTTC: Fiber-To-The-Curb.

FTTE: Fiber-To-The-Enterprise

FTTH: Fiber-To-The-Home

FTTLA: Fiber-To-The-Last-Amplificateur.

FTTN: Fiber-To-The-Node

FTTO: Fiber-To-The-Office.

FTTx: Fiber-To-The-x.

G

GPON: Gigabit Capable Passive Optical Network.

GPRS: General Packet Radio Service.

GSM : System mondial de communication avec les mobiles.

H

HDSL: High Bit Rate DSL.

HFC: Hybrid Fiber Coaxial.

HSPA: High speed packs access.

I

IEEE: Institute of Electrical and Electronics Engineers.

IETF: Internet Engineering Task Force.

IP TV : Télévision sur IP.

ITU-T : Union International des Télécommunications secteur Télécommunication.

ITU: International Telecommunication Union.

IntServ: Integrated Services.

ISP: Internet Service Provider.

K

KPI: Key Performance Indicateurs.

L

LTE: Long Term Evolution.

LAN: Local Area Network.

M

MAN: Métropolitan Area Network.

MSAN : Multi Service Access Node.

N

NA: Nœud Accès.

NGPON: Next Generation Passive Optical Network.

NRA : Nœud de Raccordement d'Abonnés.

NRO : Nœud de Raccordement Optique.

NRZ: Non-Return to Zero.

O

ODF: Optical Distribution Frame.

ODN: Optical distribution Network.

OLT: Optical Line Termination.

ONT: Optical Network Termination.

ONU: Optical Network Unit.

OTDR: Optical Time Domain Reflectometer.

P

P2P: Point to Point.

P2M: Point to Multipoint.

PBO : Point de Branchement Optique.

PLC : Planer Lightware Circuit.

PMZ : Point de Mutualisation de Zone.

PON : Passive Optical Network.

PTO : Prise Terminal Optique.

Q

QOS : Quality of Service(en français qualité de service).

R

RADSL : Rate-Adaptive DSL.

RNIS : Réseau Numérique à Intégration de Service.

RTC : Réseau Téléphonique Commuté

S

SDSL: Single Line DSL.

SLA: Service Level Agreement.

SRO : Sous Répartiteur Optique.

T

TB : Téra Bit.

TEB : Taux D'erreur Binaire.

TDM: Time Division Multiplexing.

TDM-PON: Time Division Multiplexing Passive Optical Network.

TDMA: Time Division Multiple Access.

TWDM-PON: Time and Wavelength Division Multiplexed Passive Optical Network.

U

UIT : Union International de Télécommunication.

UMTS: Universal mobile telecommunication system.

V

VDSL: Very high bite rate DSL.

VOD Vidéo à la Demande.

W

WDM: Wavelength Division Multiplexing.

WDM PON: Wavelength Division Multiplexing Passive Optical Network.

WiMAX: Worldwide Interoperability for Microwave Access.

X

XGPON : Dix Gigabit Passive Optical Network

Introduction Générale

Introduction générale

Depuis ces dernières décennies, les réseaux d'accès connaissent un développement très rapide que ce soit au niveau de l'accès fixe et radio ou bien aux réseaux mobiles, ainsi avec l'apparition des nouveaux services liés au développement du multimédia et des applications très large bande, un accès au très haut débit devient une nécessité pour les utilisateurs, cet accès est rendu possible grâce à l'émergence des réseaux optiques utilisant la fibre optique comme support de transmission.

Pour faire face à cette demande de débit, les équipements se sont lancés dans une course au développement de nouveaux systèmes, leur réel challenge vise à traiter une quantité d'informations de plus en plus importantes et variées. Le développement de nouveaux services de télécommunications implique une forte croissance du besoin en bande passante offerte aux utilisateurs. De ce fait la fibre optique a fait son entrée dans les foyers depuis quelques années, à travers les liaisons très haut débit FTTH. Pour amener la fibre jusqu'à l'abonné, plusieurs techniques se distinguent, la plupart des systèmes d'accès optiques déployés aujourd'hui utilisent comme une base les technologies Gigabit PON (Passive Optical Network).

Ce sont des réseaux optiques passifs à base d'une architecture point à multipoints qui fonctionnent au débit de 2,5 Gb/s (dans le sens descendant) et 1,25 Gb/s (dans le sens montant).

Afin de satisfaire la demande de bande passante pour laquelle un débit de l'ordre des Gbits/s par utilisateur.

Le PON s'illustre alors sur une portée de 20 Km et permet de desservir jusqu'à 64 clients (ONT : Optical Network terminaison) à partir d'un seul point d'agrégation au central (OLT : Optical Line Terminal).

La problématique de notre travail est l'étude des paramètres qui influent sur la qualité de service à savoir : la distance, longueur d'onde et l'atténuation.

Pour répondre à cette question nous allons étudier et simuler la qualité de service relative au réseau d'accès optiques FTTH-GPON en utilisant le logiciel OptiSystem, afin d'étudier un réseau optique et de faire bénéficier à tous les avantages techniques: débit plus élevés et de meilleurs qualités, très fiables aux abonnés.

Le présent mémoire est scindé en trois chapitres :

Chapitre1: Ce premier chapitre est consacré à la présentation des différentes technologies FTTH existantes ainsi les principes types (B-PON, A-PON, G-PON).

Chapitre2: Le deuxième chapitre présente des généralités sur la qualité de service (QOS) et son importance capitale pour les fournisseurs d'accès Internet pour un domaine compétitif que celui des télécommunications.

Chapitre3: Le dernier chapitre est une étude réelle d'un réseau d'accès FTTH de la ville de Tiaret au sein de l'entreprise Algérie Télécom également une étude par simulation de la qualité de service relative au réseau d'accès optique FTTH-GPON en utilisant le logiciel de la simulation OptiSystem.

Chapitre I
Etude théorique des réseaux d'accès optiques

1 Introduction

Les réseaux de télécommunications ont pris un essor important dans le monde.

Aujourd'hui, ce sont des systèmes que nous utilisons quotidiennement (utilisation de l'Internet et du téléphone par exemple).

Les besoins des utilisateurs se multiplient, de plus en plus la complexité de ces systèmes augmente. On demande aux réseaux de télécommunications d'être efficaces, robustes, sûrs et toujours disponibles.

Les nouvelles technologies d'accès haut débit sont une composante connexe très importante car elles influenceront l'introduction rapide et les modalités techniques du déploiement des réseaux. Parmi ces technologies, on retrouve la technologie optique.

Dans un premier temps, la technologie optique a été essentiellement utilisée pour transmettre des données sur une grande distance et fournir une capacité importante comparée à celle des câbles coaxiaux et les paires cuivrées.

Les réseaux optiques ont ensuite évolué et des architectures ont été adoptées en vue d'un déploiement du réseau depuis le cœur jusqu'à l'abonné pour répondre aux besoins des utilisateurs. C'est ce qui a conduit au déploiement de la fibre optique dans les réseaux métropolitains et enfin les réseaux d'accès, à savoir FTTx (Fiber-To-The-x).^[1]

Ce chapitre présente une brève généralité sur le domaine des réseaux télécoms et des réseaux d'accès optiques, les différentes technologies FTTx, ainsi leurs principaux types.

2 Les Technologies d'accès

L'accès à Internet a beaucoup varié depuis sa création dans les années 1970. Un fournisseur d'accès à Internet permet un accès à travers une connexion quasiment filaire jusqu'à l'utilisateur (réseau téléphonique commuté (bas débit), ADSL, fibre optique jusqu'au domicile...), ou une connexion sans fil pour un accès mobile (WiMAX, 3G...). Ces techniques sont capables en théorie d'apporter des services multiples (images, voix, données) à haut débit mais en pratique la qualité de service est variable.^[2]

Dans cette partie nous allons mettre la lumière sur ces technologies d'accès, tout en présentant leurs principes de fonctionnement.

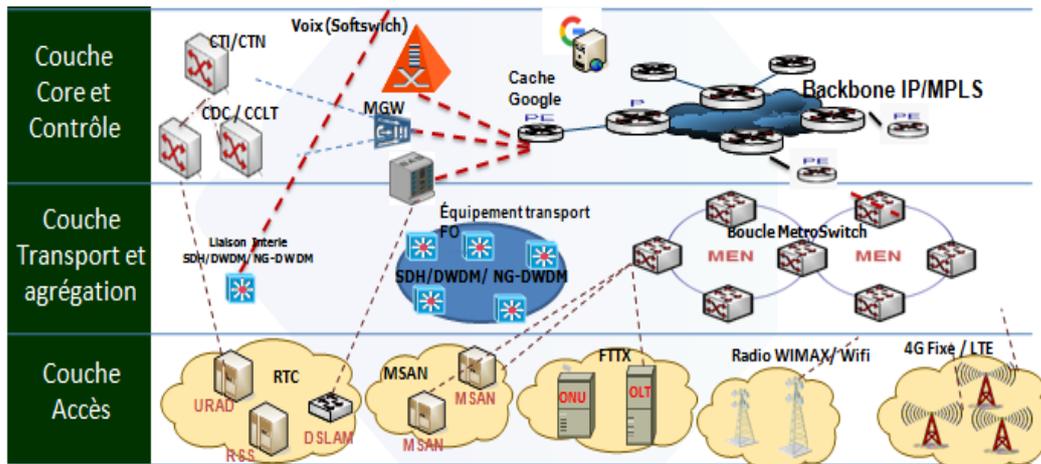


Figure 1: Les différentes technologies d'accès

2.1 Les Technologies d'accès en cuivre

2.1.1 Le réseau téléphonique commuté (RTC)

Le RTCP (Réseau Téléphonique Commuté Public) ou couramment appelé RTC ou encore PSTN (public switched télécommunication network) constitue un des plus grands réseaux au monde avec plusieurs centaines de millions d'abonnés.

La technologie RTC est le réseau historique utilisé pour fournir un service de téléphonie fixe, également il fournit un service de données en utilisant un modem RTC.

Le RTC est conçu pour assurer la liaison des communications vocales d'une personne à une autre, dans laquelle un poste d'abonné est relié à un commutateur téléphonique du réseau public par une paire de fils alimentée en batterie centrale intégrale (la boucle locale). Les commutateurs téléphoniques est eux-mêmes reliés entre eux par des liens offrant un débit de 2Mb/s.

2.1.1.1 RNIS (Réseau Numérique à Intégration de Services)

Le RNIS (Réseau Numérique à Intégration de services), ISDN en anglais (Integrated Services Digital Network) a été introduit en 1979, pour définir l'idée d'intégration de services: une seule connexion pour toutes les applications. Donc ce réseau est conçu pour transporter les données (la voix, les images, les fax, ...) séparément des informations de signalisation.

Le RNIS n'est pas un nouveau réseau entrant en concurrence avec les anciens. Il s'agit d'un développement du réseau téléphonique classique RTC qui intègre l'ensemble des infrastructures de transport de données déjà existantes sous une seule interface.

Le CCITT le définissait comme suit : "Un Réseau Numérique à Intégration de Services est un réseau développé en général à partir d'un réseau téléphonique numérisé, qui autorise une

connectivité numérique de bout en bout assurant une large palette de services, vocaux ou non, auquel les usagers ont accès par un ensemble limité d'interfaces polyvalentes"^[3]

Cette numérisation de bout en bout permet d'avoir des transmissions performantes tant en terme de qualité et de sécurité que de rapidité.

2.1.2 Les Réseaux xDSL

La ligne d'abonnés numérique "Digital Subscriber Line", DSL ou xDSL (où x est une variable qui varie selon l'application et la vitesse de la variante DSL) est un moyen de communication utilisé pour transmettre Internet sur une ligne de communication en fil de cuivre.

Le réseau d'accès DSL offert en même temps un service téléphonique filaire et un service donné (internet) sur la même ligne téléphonique, car le DSL divise la bande de fréquences sur

3 parties: partie pour la transmission de la voix et la communication téléphonique, partie pour l'envoi des données: "upload", partie pour la réception des données: "download".

Il existe plusieurs familles de technologies DSL, on peut citer HDSL, SDSL, ADSL, RADSL et VDSL.....

2.1.2.1 HDSL (High Bit Rate DSL)

C'est la première technique issue de la technologie DSL, elle supporte un débit de 2Mbps sur trois paires torsadées et un débit de 1,5Mbps sur deux paires, sur une distance de 4.5 km. L'HDSL assure la transmission symétrique, il a la même largeur de bande passante dans les deux sens (montant / descendant). Une deuxième version HDSL est déployée, dite HDSL 2 utilise une seule paire en cuivre et assure un débit de 2 Mbit/s (en Europe) sur une portée de 2500 mètres, cette technologie ne peut pas transmettre la voix et les données sur la même ligne. ^[4]

2.1.2.2 SDSL (Single Line DSL)

Est également une technologie symétrique. La majorité des abonnés étant connectée par une seule paire torsadée (câble), une technologie a été mise au point afin d'offrir du haut débit sur une paire torsadée unique. Toutefois, cela s'est fait au détriment de la distance maximale du dernier tronçon. Le débit maximal SDSL, pour un dernier tronçon de 7 km, est de 128 kbps (kilobits par seconde). Cette technologie a servi de base au développement de la norme HDSL2, laquelle offre le même confort que la norme HDSL mais sur une seule paire torsadée. A terme, SDSL pourrait disparaître au profit de HDSL. ^[5]

2.1.2.3 ADSL (Asymmetric DSL)

L'ADSL est une technique d'accès à Internet à haut débit, elle permet d'utiliser une ligne téléphonique pour transmettre et recevoir des données numériques de manière indépendante du service téléphonique.

Elle divise la bande passante en 3 parties:

- une partie pour le transport de la voix et des communications téléphoniques.
- une partie pour l'envoi des données: le «upload».
- une partie pour la réception des données: le «download».

Le réseau ADSL offre un débit maximal allant jusqu'en 13,7 Mbs. Cependant les lignes connaissent souvent un affaiblissement exprimé en décibels (dB).

La ligne téléphonique classique, en effet, utilise la bande de fréquences située entre 300 et 3400Hz, mais le câble est capable de faire transiter des données sur des fréquences bien supérieures, allant jusqu'à 80 kHz: c'est ce segment qui est exploité par l'ADSL, et qui vous permet donc de téléphoner sans couper votre connexion à Internet, ou vice-versa .^[5]

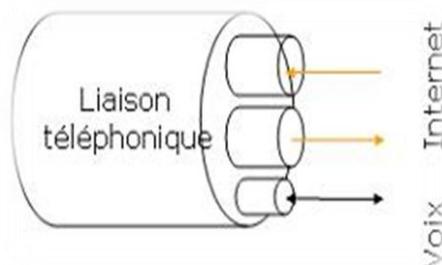


Figure 2: Division de bande passante ADSL

2.1.2.4 RADSL (Rate Adaptive DSL)

Est une méthode DSL non standard qui convient à l'accès à Internet, ainsi qu'à la transmission de vidéo compressée. Le terme Rate Adaptive indique que les débits de données du RADSL s'adaptent à la qualité de ligne donnée. Les débits de données RADSL vont de 640 kbit/s à 6Mbit/s et sont donc équivalant à ceux de l'ADSL. Cependant, la plage de distance allant jusqu'à 18 km est considérablement plus grande que pour toutes les autres méthodes xDSL. Comme pour les autres variantes DSL, la distance a une influence directe sur la vitesse de transmission.^[5]

2.1.2.5 VDSL (Very high bit rate DSL)

VDSL (pour très haut débit DSL) est la plus rapide version des technologies xDSL. Il a la capacité de prendre en charge des débits de 13 à 51 Mbit/s sur une seule paire torsadée. C'est

une technologie asymétrique en cours de développement qui devrait autoriser un débit de l'ordre de 50Mbits/s sur le canal de diffusion. Le VDSL, peut être utilisé en tant que connexion asymétrique ou symétrique à haut débit sur une Distance jusqu'à 1,5 km. ^[6]

2.1.3 La technologie d'accès MSAN

C'est une technologie télécoms d'accès qui permet de rapprocher les équipements des clients pour offrir des débits très élevés. Un MSAN est un équipement qui constitue un point d'entrée unique vers les réseaux d'accès des opérateurs. A la différence d'un DSLAM dont le matériel ne peut supporter que des cartes permettant de proposer des services de type xDSL, un MSAN puisse supporter des cartes POTS, RNIS, ADSL, Ethernet, FTTX,, De ce fait, au sein d'un seul et même module de matériel, l'opérateur peut déployer toutes les technologies d'accès envisageables sur son réseau. ^[7]



Figure 3: Equipement MSAN

2.2 Les Technologies d'accès sans fils

2.2.1 Deuxième génération des téléphones mobiles (2G)

La deuxième génération nommée 2G (GSM) réellement est le démarrage des réseaux de mobiles. Elle repose sur une technologie numérique qui a été développée à la fin des années 1980, cette génération représente le symbole du passage de l'analogique au numérique .

La 2G permet de passer des appels téléphoniques et d'envoyer des messages SMS, voire des MMS .

Les débits généralement offerts par la 2G sont de 9.6 Kbits/s. en quelques années, la 2G a vu se succéder différentes technologies permettant d'atteindre un débit moyen et maximal à chaque fois plus élevée: 2.5G (GPRS) offre un débit moyen de 48Kbit/s, 2.75G (EDGE) offre un débit moyen de 171Kbit/s . Puis le débit a continué à augmenter: on parle à la 3G

2.2.2 Troisième génération des téléphones mobiles (3G)

Cette technologie est apparue en 2000 ,la 3G (UMTS) propose d'atteindre des débits supérieurs à 144Kbits, cette technologie permet des services multimédias tels que la transmission de vidéo ,la visio-conférence et l'accès haut débit a l'internet .

À partir de 2007 ,le réseau 3G a connu une évolution considérable ,on parle de 3G+ (HSPA HSPA High Speed Pack Access) ,le H+ (HSPA+) et le H+Dual carrier (DC-HSPA+).

Cette évolution permet d'atteindre des débits théoriques maximums jusqu'à 42 Mbits .Puis le débit a continué à augmenter :on parle à la génération suivante nommée 4G.

2.2.3 Quatrième génération des téléphones mobiles (4G)

La 4G ou LTE (Long Term Evolution) est lancée à la fin de 2012fait rentrée l'internet mobile dans l'ère du très haut débit,Elle permet de transférer des fichiers lourds,visionner des vidéos en HD ,etc ... ,avec des débits plus élevés jusqu'à 3 Gbit/s,G .Comme tout les technologie ,la 4G n'est pas figée.Elle continua d'être améliorée depuis octobre 2010 , l'UIT fini par reconnaître la technologie LTE Advanced comme étant un technologie de quatrième génération à part entière,et no plus comme une simple évolution de la norme UMTS.On parle alors des technologies IMT-Advanced.Puis le débit a continué à augmenter:la ciquième génération est apparu .

2.2.4 Cinquième génération des téléphones mobiles (5G)

5G est la dernière-née des générations de téléphones mobile. Lancée à la fin de l'année 2020,cette technologie permet à transmettre la voix ,les données ,puis les données mobiles.les débit de la 5G peuvent en théorie dépasser 1Gbit/s.

2.2.5 WiMAX

WiMAX est l'acronyme de«Worldwide Interoperability for Microwave Access» .Il s'agit d'une technologie de télécommunications destinée à transmet des données numériques sur différentes bandes de hautes fréquence compris entre 2 et 2 11GHZ,et ce de diverses façons. ^[8]

WiMAX utilise plusieurs technologies de diffusion hertziennes destinées principalement avec une architecture dite «point-multipoint»:un ou plusieurs émetteurs/récepteurs centralisés couvrent une zone où se situent de multiples terminaux .

2.3 La technologie d'accès en fibre optique

2.3.1 La Fibre Optique (FO)

La fibre optique est un support physique de transmission permettant la transmission de données à haut débit grâce à des rayons optiques. Une fibre optique est une guide d'onde cylindrique qui transmet l'information sous forme, de lumière à travers des longues distances avec un débit élevé.

Elle peut être représentée par :

- Une partie centrale (cœur) d'indice de réfraction n_1 entourée d'une gaine dont l'indice de réfraction n_2 est légèrement plus faible.
- Le cœur, constitué d'un matériau diélectrique transparent, est généralement de la silice dopée en oxyde de germanium GeO_2 et/ou de potassium P_2O_5 . La plupart des fibres optiques ont un cœur de symétrie cylindrique autour d'un axe noté Oz appelé axe de propagation.
- La section transverse présente une différence d'indice entre le Cœur et la gaine qui peut être discontinue (fibre à saut d'indice) ou graduelle (fibre à gradient d'indice).

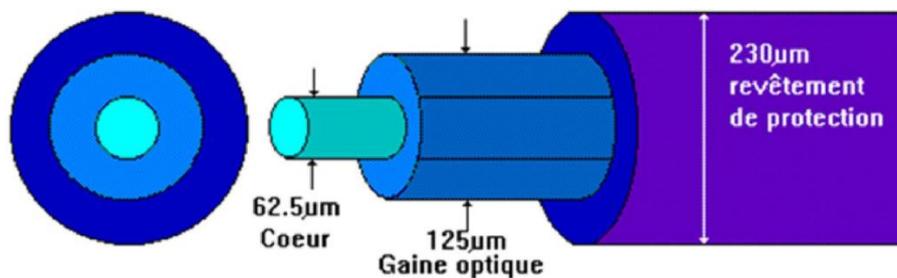


Figure 4: Schéma simplifié de la fibre optique

2.3.2 Différents types de fibres optiques

Les fibres optiques peuvent être classées en deux types selon le diamètre de leur cœur et la longueur utilisée:

- **Multimode** : dans lequel il existe différents modes de propagation de la lumière au sein du cœur de la fibre.
- **Monomode** : dans lequel il existe un seul mode de propagation de la lumière, le mode en ligne droite.

2.3.2.1 Fibre multimode

Fibre de grand diamètre du cœur (de 50µm et de 62,5µm), le cœur a une taille importante par

rapport au reste de la fibre. Conçue pour transporter simultanément les rayons de lumière, ces rayons lumineux peuvent des trajets différents suivants l'angle de réfraction. Les rayons peuvent donc arriver au bout de la ligne à des instants différents, d'une certaine dispersion du signal. Elles sont généralement utilisées pour de courtes distances.

Il existe deux types de fibres multimodes:

- La fibre multimode à gradients d'indice.
- La fibre multimode à saut d'indice.

2.3.2.2 Fibre monomode

Est la meilleure fibre disponible aujourd'hui .c'est le type de fibre qui est utilisé au cœur des réseaux mondiaux, il n'y a qu'un seul mode de propagation de la lumière existe: le mode en ligne droite. La fibre monomode à un cœur très fin de taille ($9\mu\text{m}$) c'est pourquoi dite «monomode», l'atténuation sur cette fibre est quasi nulle. Elles sont généralement utilisées dont les réseaux longs distancent.

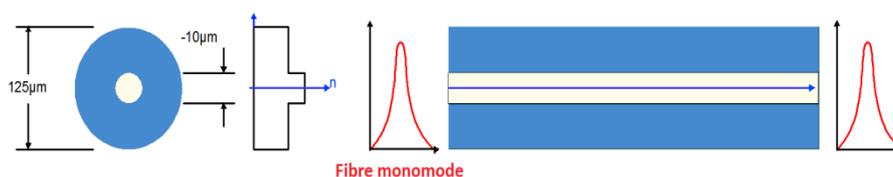


Figure 5:Fiber Optique monomode

2.3.3 Les avantages et les Inconvénients de la fibre optique

➤ Les avantages

- Une bande passante très large, ce qui autorise des débits de transmission très élevés.
- Une faible atténuation, ce qui autorise des liaisons à grande distance.
- Une insensibilité aux perturbations électromagnétiques, ce qui garantit une diaphonie nulle et une grande sécurité contre les intrusions.
- Un poids et des dimensions très réduites, ce qui permet d'insérer dans le même câble un nombre très important de lignes.

➤ Les Inconvénients

- L'utilisation de la fibre optique est limitée.

- Les sources d'émission de faible puissance-lumière sont limitées à une faible puissance.
- Fragilité : la fibre optique est plutôt fragile et plus vulnérable aux dommages par rapport aux fils de cuivre.
- Distance : la distance entre l'émetteur et le récepteur doit rester courte ; ou alors des répéteurs sont nécessaires pour amplifier le signal (multimode).

2.3.4 Les réseaux optiques

Les réseaux optiques permettent de transporter des signaux sous forme optique et non électrique, à la différence des réseaux classiques. Les avantages de l'optique sont nombreux, notamment parce que les signaux sont mieux préservés, puisqu'ils ne sont pas perturbés par les bruits électromagnétiques, et que les vitesses sont très importantes. ^[9]

2.3.4.1 Les catégories de réseaux optiques

D'une manière générale, un réseau de télécommunications par fibre optique peut être décomposé en trois catégories : ^[10]

- ❖ **Le réseau d'accès** : Aussi appelé réseau local (Local Area Network : LAN), couvrant des dimensions de l'ordre de quelques dizaines kilomètres.
- ❖ **Le réseau métropolitain (Métropolitain Area Network : MAN)** : des réseaux intermédiaires qui réalisent l'interconnexion entre les réseaux longues distances et les réseaux d'accès à travers des nœuds d'accès(NA), ayant des dimensions de l'ordre de la centaine de kilomètres.
- ❖ **Le réseau cœur** : s'étendant sur plusieurs centaines de kilomètres.

2.3.4.2 Le FTTX, Fiber to the...

Le FTTx (Fiber-to-the-x; rapprocher la fibre optique de l'utilisateur) est un terme général utilisé pour décrire une variété d'options d'architectures de réseaux hauts débits qui utilisent la fibre optique pour une partie, ou pour l'ensemble de la liaison jusqu'aux «derniers mètres». Le «x» représente le point de terminaison de la fibre optique. On retrouvera souvent les termes FTTH, FTTA, FTTB et FTTC..... ^[11]

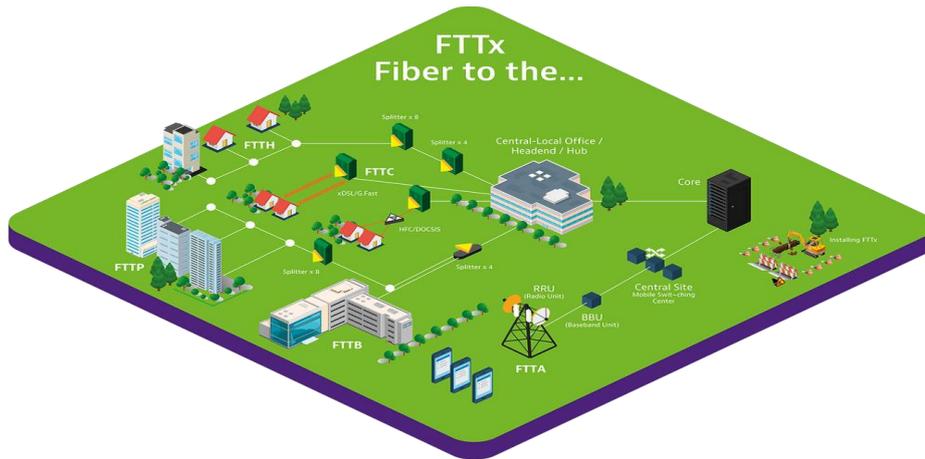


Figure 6: Fiber-to-the-x

Le FTTx est un composant central des réseaux d'accès de nouvelle génération (NGA) qui caractérise l'évolution de l'infrastructure à large bande vers un débit et une qualité de service (QOS) améliorés.

2.3.4.2.1 Conception et planification de réseau FTTx

La première étape de la mise en œuvre de la technologie FTTx consiste à assurer une bonne coordination des phases de conception et de planification. Avant de concevoir un réseau FTTx en détail, la planification préliminaire doit tenir compte du nombre d'utilisateurs et de leur localisation, de la distribution de la fibre optique et des points d'accès, mais aussi d'éléments architecturaux tels que les technologies PON qui seront intégrées à la conception.

La conception d'un réseau FTTx comprend également l'emplacement des épissures, les schémas de distribution de la fibre et les calculs du budget des pertes optiques. Éviter les structures existantes et déterminer l'emplacement de chaque équipement est d'autres aspects dont il convient de tenir compte lors de la conception d'un réseau FTTx complet. ^[11]

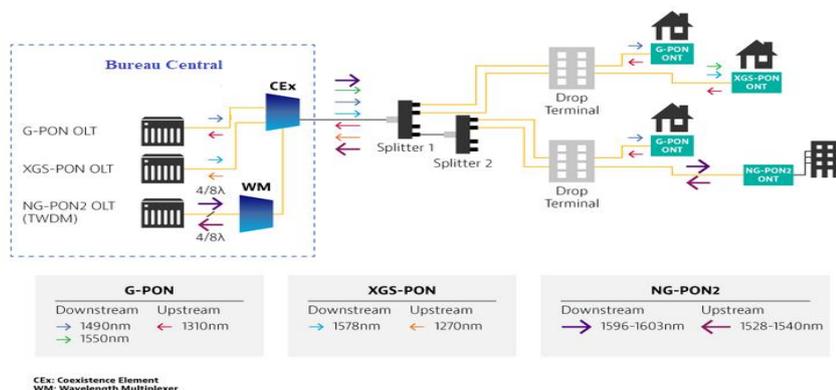


Figure 7: Planification de réseau FTTx

2.3.4.2.2 Déploiement d'un réseau FTTx

La planification méticuleuse d'un réseau FTTx est essentielle pour un déploiement réussi. Les délais alloués à la soudure des câbles et à l'installation des coupleurs peuvent être serrés. C'est pourquoi le souci du détail, un étiquetage précis, un routage efficace des fibres optiques et des tests appropriés sont autant d'éléments indispensables pour éviter tout retard. Si la plupart des composants FTTx sont testés en usine, la vérification des épissures et des terminaisons sur le terrain reste l'un des éléments les plus importants du déploiement d'un réseau FTTx. Une épissure incorrecte, des connecteurs contaminés ou des contraintes sur la fibre peuvent engendrer des pertes optiques et affecter la qualité du service (QOS). Un plan de vérification efficace de l'installation peut aider à réduire ces risques. ^[11]



Figure 8:Déploiement FTTx

2.3.4.2.3 Les Catégories de technologie FTTx

Les réseaux FTTX peuvent être classés en deux grandes catégories :

- ❖ Les réseaux de desserte optique jusqu'à un point de distribution
- ❖ Les réseaux de desserte optique jusqu'à l'utilisateur.

2.3.2.3.1 Les réseaux de desserte optique jusqu'à un point de distribution

La fibre optique est déployée jusqu'au point de distribution (située par exemple, à l'entrée d'une Zone d'Activité (ZA), ou au cœur d'un quartier résidentiel), puis la distribution terminale des usagers est réalisée par une autre technologie (câble, ADSL, réseau hertzien,...).

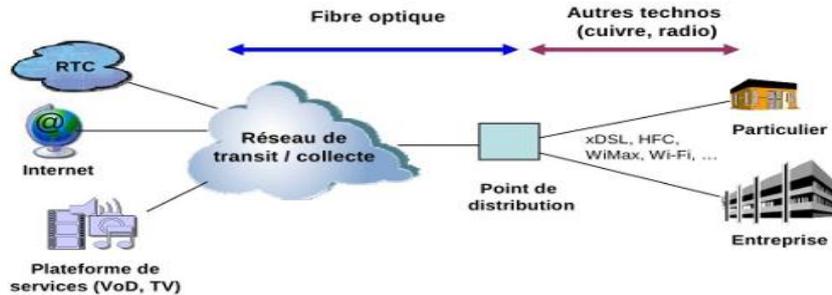


Figure 9: Réseau de desserte optique jusqu'à un point de distribution

Le point de distribution peut être situé au niveau :

- D'un NRA2 ou d'une station de base (Wi-Fi, Wi-Max). On parle alors de FTTN (Fiber to the Node).
- D'un sous-répartiteur ou d'une armoire de rue (FTTC pour « Fiber to the Cabinet » ou « Fiber to the Curb »).
- Du dernier amplificateur dans le cas des réseaux des câblo-opérateurs (FTTLA, pour « Fiber to the Last Amplifier ») : On parle alors de réseaux HFC (Hybrid Fiber Coaxial), la fibre optique étant déployée en remplacement du câble jusqu'au dernier amplificateur (situé à quelques centaines de mètres des logements), puis prolongée sur la partie terminale par le câble coaxial.

2.3.2.3.1 Les réseaux de desserte optique jusqu'à l'utilisateur

On distingue :

- Les réseaux de desserte optique déployés jusqu'au bâtiment d'une entreprise, ou au pied d'un immeuble (FTTO / FTTB, pour Fiber to the Office / Building). La desserte interne de l'entreprise ou des foyers au sein de l'immeuble est ensuite réalisée généralement via un réseau « cuivre ».
- Les réseaux de desserte optique jusqu'au foyer de l'abonné (FTTH, pour Fiber to the Home).

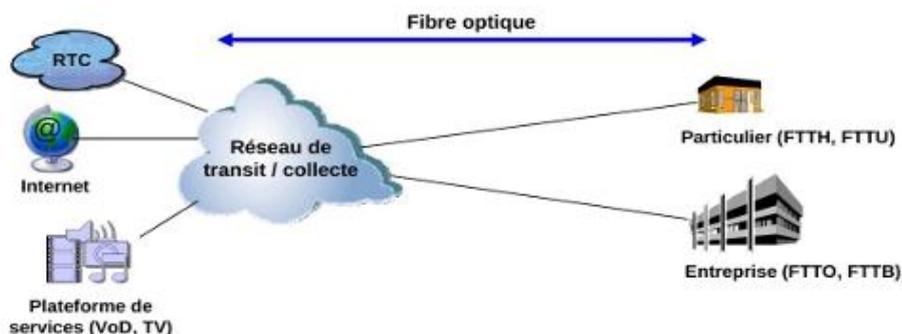


Figure 10: Réseaux de desserte optique jusqu'à l'utilisateur

2.3.2.4 Les Topologies FTTx

- **La topologie en Arbre (splitter 1:N):** Elle est la plus utilisée dans des réseaux d'accès, elle utilise une seule fibre de l'OLT à un point intermédiaire fractionnement. De ce point, il y a une fibre pour chaque ONU connecté au réseau. Appelées aussi topologies en étoile.
- **La topologie en anneau :** Elle est utilisée dans les réseaux métropolitains, puisqu'elle offre une capacité de résilience avec un nombre minimal des liens. Et il y a deux façons possibles d'atteindre l'OLT, on établit et on maintient une liaison de données en cas de coupure de la fibre.
- **La Topologie en bus:** Elle utilise une seule fibre de l'OLT, chaque abonné final est relié par un coupleur qui extrait une petite partie de la puissance qui est transmise de l'OLT. Elle permet des déploiements flexibles en rajoutant coupleur pour les nouveaux raccordés.

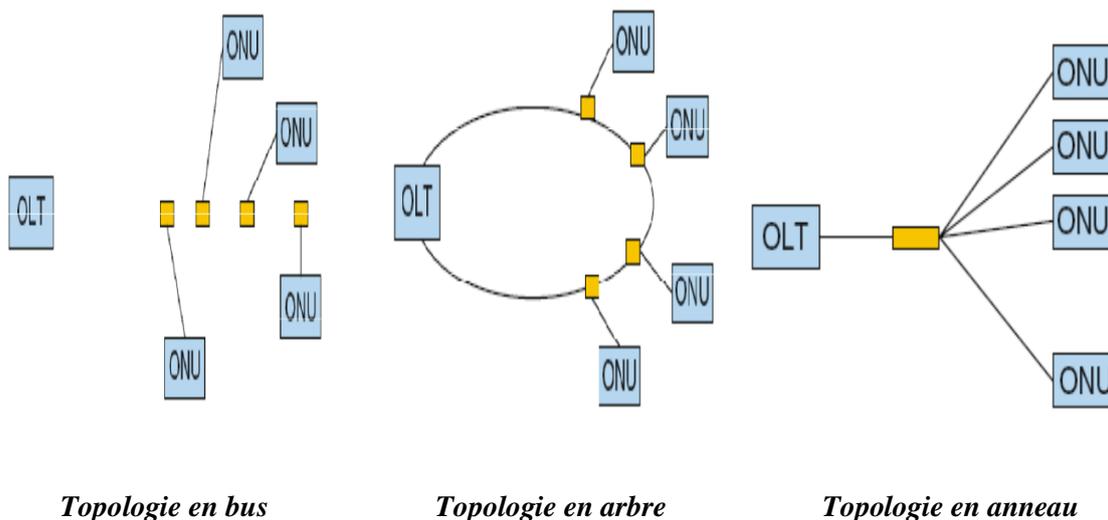


Figure 11:Topologies FTTx

2.3.2.5 Les technologies FTTx

On distingue les technologies FTTx (Fiber to the x) qui consistent à amener la fibre la plus proche possible de l'utilisateur afin d'augmenter la qualité de service en particulier le débit.



Figure 12:Technologies FTTx

Nous citons les techniques les plus utilisées:

- ❖ **FTTB:** Fiber To The Building (fibre jusqu'au bâtiment) La fibre est introduite dans le bâtiment. Le raccordement se termine (100m) par câble coaxial ou cuivre. C'est une technique qui permet d'augmenter le débit à un coût inférieur à celui de la fibre optique de bout en bout (FTTH). Le FTTB permet un accès au très haut débit.

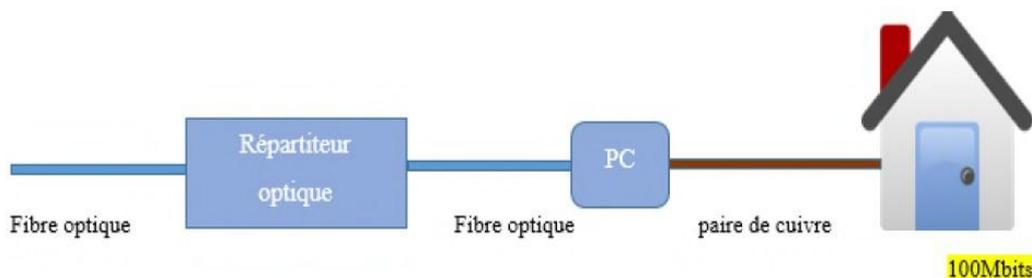


Figure 13:Structure d'un réseau FTTB

- ❖ **FTTE:** Fiber To The Entreprise (fibre jusqu'à l'entreprise) est une offre FTTH pour les entreprises. Elle permet plus de sécurité que la Fibre mutualisée mais elle ne convient pas aux entreprises dont les activités dépendent de leur accès internet. Cependant le débit n'est pas garanti. Le FTTE garantit un dépannage plus rapide que le FTTH.
- ❖ **FTTO:** Fiber To The Office (fibre jusqu'au bureau) est un réseau Point à Point 100% fibre optique. Point à point où P2P signifie que la fibre utilisée part du NRO jusqu'au client sans passer par un point de mutualisation en opposition avec les réseaux PON. Le débit est garanti. Il existe plusieurs niveaux de sécurité possibles. En cas de panne le

réseau est rétabli du plus rapidement qu'avec une offre FTTE mais le coût est beaucoup plus élevé.

❖ **FTTN**: Fiber To The Node (fibre jusqu'au répartiteur) est également un réseau hybride.

La partie transport sera en fibres et la partie distribution en cuivre. Pour augmenter le débit on réduit l'utilisation du cuivre (et l'utilisation de répéteur). Cette technologie améliore le débit et l'atténuation du signal chez les clients, en rapprochant le NRA et les équipements hauts-débits (DSLAM).

❖ **FTTC**: Fiber To The Curb (fibre jusqu'à l'armoire) même principe que le FTTN vers sous-répartiteur situé à moins de 300 m du bâtiment (réseau hybride, le début est la fibre, la fin est le câble coaxial). FTTC implique que les câbles coaxiaux ou les paires torsadés peuvent transporter des signaux sur de très courtes distances ; du trottoir à l'intérieur de la maison ou du bureau.

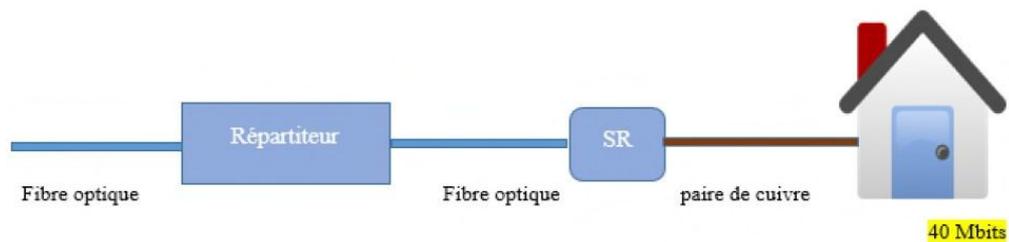


Figure 14: Structure d'un réseau FTTC

❖ **FTTH**: Fiber To The Home (fibre jusqu'à domicile) crée une connexion optique directe jusqu'au point de raccordement du particulier, cette technologie permet l'accéder à Internet à la téléphonie avec une bande passante très élevée par rapport à ce que permet actuellement l'ADSL par exemple.

Son autre avantage négligeable par rapport aux technologies utilisant la paire de cuivres (lignes téléphoniques standard) est qu'elle ne subit pas d'atténuation du signal en fonction de la distance, et assure un débit optimal même lorsque l'utilisateur se trouve très éloigné du commutateur.

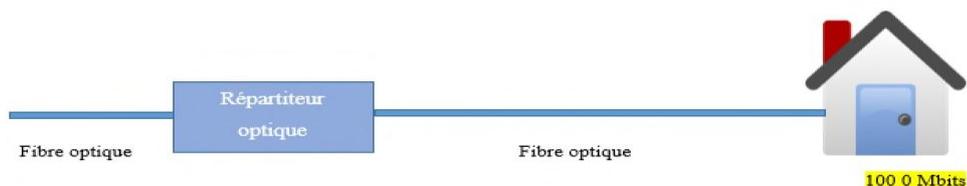


Figure 15: Structure d'un réseau FTTH

3 Architecture des réseaux FTTH

On distingue trois principaux types d'architecture FTTH :

- L'Architecture active, aussi appelée point à point(P2P).
- L'Architecture passive est appelée communément point à multipoint(PON).
- L'architecture active appelée double étoile active (AON).

3.1 L'architecture point-à-point (P2P) (Ethernet)

Une fibre optique est déployée par abonnée du NRO jusqu'au foyer de l'utilisateur.

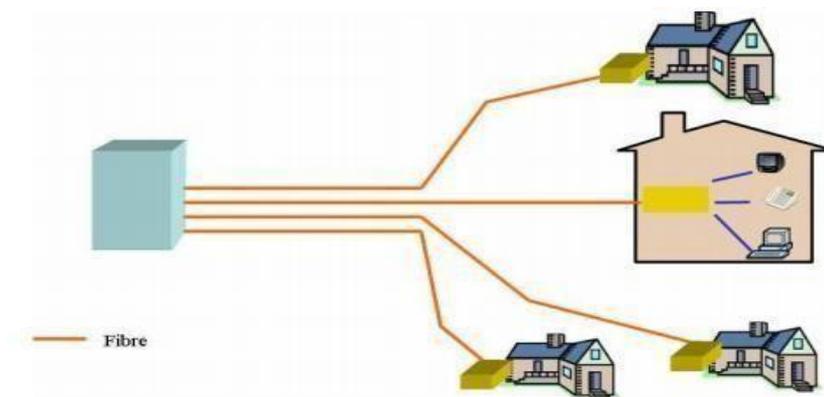


Figure 16:Architecture point-à-point (P2P)

L'architecture P2P est plus complexe. Elle est équipée d'un commutateur central, qui se connecte sur des câbles de fibre optique à un commutateur d'agrégation au point de distribution (généralement situé à un coin de rue). Ces commutateurs d'agrégation ont de nombreux ports de fibre et chaque port se connecte directement à une terminaison de réseau optique(ONT), qui est situé à l'intérieur ou à l'extérieur de la résidence de l'utilisateur ou des locaux d'affaires.

3.2 L'architecture point-multipoint (P2M) ou PON (Passive Optical Network)

Permet de partager une fibre optique sur une longue portion du réseau, puis de la diviser en plusieurs fibres sur des distances plus courtes pour desservir plusieurs abonnés. Dans la pratique, les équipements actifs au niveau du NRO (OLT – Optical Line Terminal) disposent de ports PON permettant d'émettre/recevoir des flux à plusieurs équipements terminaux d'abonnés (ou ONT – Optical Network Terminal) sur une unique fibre optique. Des coupleurs optiques (il s'agit des équipements passifs de petite taille hébergés dans les

boîtiers d'épissures), déployés le long du parcours permettent de séparer le signal dans le sens descendant et de le combiner dans le sens montant.

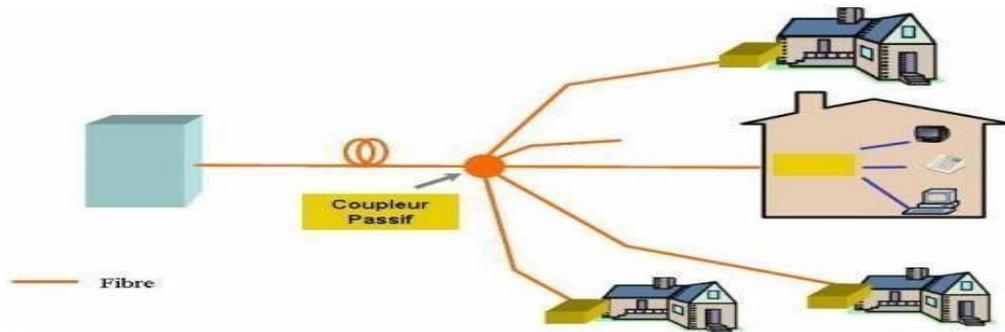


Figure 17: Architecture point-multipoint (P2M)

Les architectures PON peuvent être organisées:

- en étoile (un coupleur en sortie de chaque port PON de l'OLT dessert n ONT).
- en arbre (en cascade des coupleurs, un coupleur pouvant desservir plusieurs sous-branches).
- en bus (sérialisation des coupleurs).

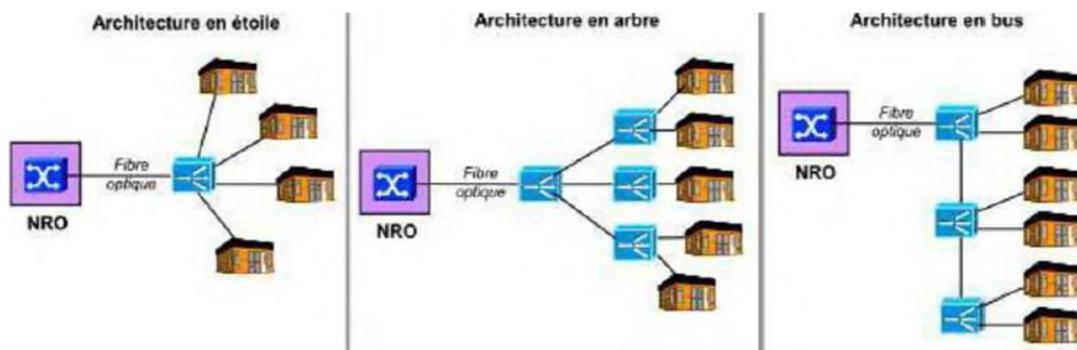


Figure 18: Topologies PON

C'est l'architecture en arbre qui est la plus souvent déployée, avec deux niveaux de coupleurs optiques (par exemple, un coupleur situé au NRO ou dans un sous-répartiteur optique, et un deuxième coupleur situé au plus près des abonnés).

3.3 Les architectures optiques actives (AON)

L'architecture FTTH active appelée double étoile active, ou AON (Active Optical Network) est basée sur la technologie «Ethernet Active». Cette architecture n'ayant pas été adoptée par les opérateurs pour des raisons évidentes de coûts d'investissement et d'exploitation élevés.

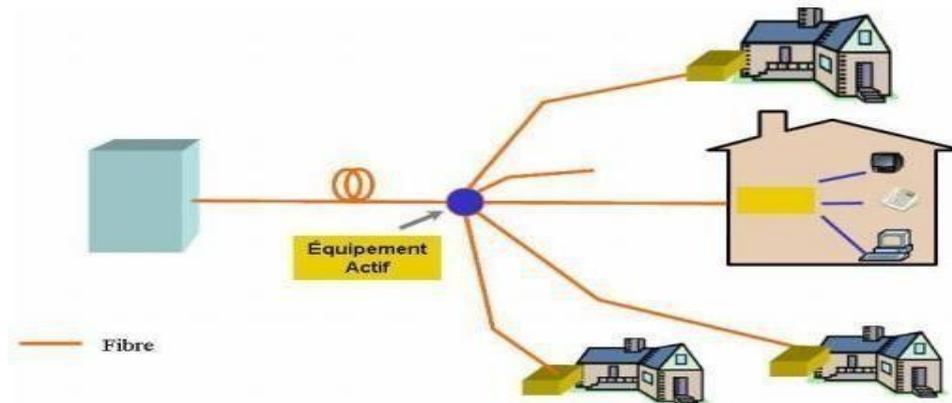


Figure 19: Architectures active(AON)

4 Les réseaux optiques passifs PON (passive Optical network)

La technologie PON constitue une référence en matière de réseaux d'accès très haut débit, elle minimise les fibres et permet d'offrir une capacité de transport meilleure. Cette technologie utilise comme infrastructure des fibres optiques passifs, car les équipements de la partie intermédiaire ne sont pas alimentés en électricité ils n'embarquent aucune électronique. Ces réseaux permettent l'acheminement du flux bidirectionnels et multimédia à très haut débit jusqu'à l'utilisateur final (entreprise ou particulier).^[12]

Le réseau PON comprend un nœud de distribution central auquel plusieurs sources de services (vidéo, Internet et téléphones ordinaires) sont connectées. Le nœud basé sur NA lui-même est interconnecté avec l'utilisateur final via la fibre. Le PON utilise principalement des longueurs d'ondes différentes selon chaque catégorie et dans les deux sens : le sens descendant ou le sens montant. Ces longueurs d'ondes sont utilisées pour un service de transport de données (data, VoIP, Vidéo-IP).

4.1 Architecture du réseau PON

4.1.2 L'architecture PON unidirectionnelle

Comprend un émetteur OLT (Optical Line Terminal), un coupleur (Splitter) et ONT (Optical Network Terminaison). Afin qu'il n'y est pas d'interférences entre un client et un autre chacun d'eux ont un intervalle du temps bien précis La figure montre une liaison unidirectionnelle ou une fibre est dédiée pour le sens ascendant et une autre pour le sens descendant.^[13]

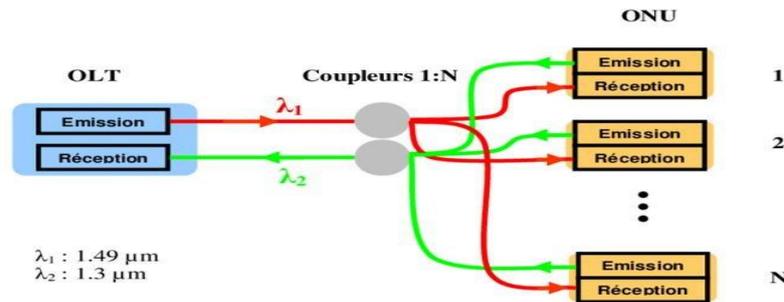


Figure 20: Architecture unidirectionnelle

4.1.2 Architecture bidirectionnelle

L'architecture bidirectionnelle : WDM (Wavelength Division Multiplexing) consiste à illuminer la fibre optique, non pas avec une seule source laser, mais simultanément avec plusieurs sources en utilisant pour chacune d'entre elles une longueur d'onde différente, pour permettre la transmission parallèle (et non pas séquentielle comme dans le PON classique) d'autant de flux de données, chacun d'entre eux avec le même débit à celui qui serait possible sans cette technologie.

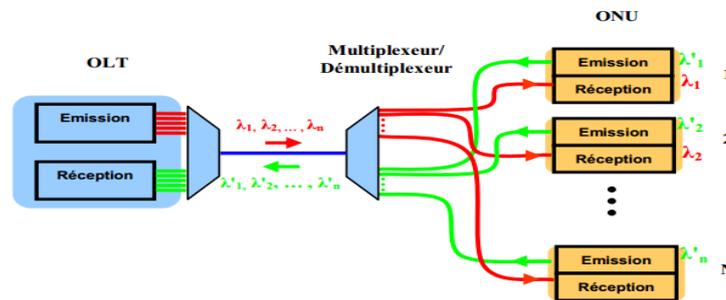


Figure 21: Architecture bidirectionnelle

4.2 Les standards de l'architecture passives PON

L'architecture PON se décline ensuite en plusieurs catégories :

- **APON:** ATM PON, il provient des techniques PON associées à l'ATM. Il offre des débits de 155/622 Mbit/s (sens descendant) et 155 Mbit/s (sens montant) pour 32 abonnés. La solution APON est complexe et coûteuse. Elle ne peut pas offrir de services vidéo. Le débit est limité et la récupération d'horloge peut être difficile.

- **BPON:** Broad band PON, évolution de la norme APON, il s'agit d'une technologie APON modifiée pour Permettre la diffusion vidéo. Elle supporte le WDM et dispose une allocation de bande passante dynamique. BPON transmet les données et la voix sur la même fibre t réserve des fréquences pour la télévision numérique et analogique (longueur d'onde de couverture). BPON permet des débits de 1Gb/s en liaison descendante et de 622Mb/s en liaison montante, mais son utilisation est couramment observée pour des débits de 622Mb/s liaison descendante et 155Mb/s en liaison montante.
- **EPON :** Ethernet PON, technologie qui utilise la transmission par paquets Ethernet. La principale différence avec le APON est que les données sont transmises en paquets de longueur variable jusqu'à 1.518 octets, alors qu'APON oblige à utiliser les paquets ATM de 48 octets (avec 5 octets supplémentaires = contrôlé). Selon le protocole Ethernet, chaque paquet descendant porte l'adresse de l'ONU auquel il doit être délivré, mais ce paquet est transmis à tous les ONU. L'ONU a laquelle il est destiné le transmet, les autres le jettent. Le débit maximal est 1,25 Gbit/s symétrique, dans ce réseau une longueur d'onde est utilisée par sens de transmission et peut atteindre 32 abonnés par OLT.
- **GPON :** Gigabit capable PON, la technique de ce réseau est basée sur le multiplexage temporel. Une longueur d'onde est utilisée pour la liaison montante et une autre pour la liaison descendante. GPON diffère de BPON par sa capacité à transporter des paquets et des trames Ethernet de longueurs variables. GPON offre un débit de 1.25-2,5 Gbit/s (débit asymétrique). De plus, GPON permet une plus grande distance de déploiement, jusqu'à 60 km, avec 20 km maximum entre les ONT. Enfin, le GPON permet jusqu'à 64 lignes sortantes d'un coupleur optique (splitter).

4.2.1 Comparaison des standards d'un réseau PON

Le tableau ci-dessous résume les caractéristiques des différents standards d'un réseau PON défini précédemment. ^[12]

Tableau 1: Comparaison les standards du PON

Norme	APON	BPON	EPON	GPON
Norme de raccordement	ITU-T G.983	ITU-T G.983	IEEE802.3ah IEEE802.av	G.984
Longueur	1490nm/ 1310 Nm	1490nm/ 1310 Nm	1490nm/1310 Nm	1490nm/ 1310nm
Débit descendant	155Mbit/s ou 622Mbit/s	155Mbit/s ou 622Mbit/s	1.25Gbit/s 1Gbit/s	1.25 /2.5Gbit/s
Débit montant	155Mbit/s	155Mbit/s ou 622Mbit/s	1.25Gbit/s ou 1Gbit/s	1.25Gbit/s
Taux de partage	16, 32	16, 32	16, 32, 64	16, 32, 64 jusqu'à 128
Distance OLT ONT	10 ou 20Km	10 ou 20Km	20Km	20Km
Protocoles	ATM	ATM	Ethernet avec accès CSMA/ CD	GEM (ATM, Ethernet, TDM)

5 La technologie G-PON

GPON (**G**igabit **P**assive **O**ptical **N**etwork) permet de relier plusieurs abonnés sur une même fibre. Chacun des clients utilisent une longueur d'onde dédiée pour chacun des deux sens de transmission sur une même fibre distribuée entre plusieurs sites géographiques proches.



Figure 22: La carte GPON

5.1 Les Avantages et les Inconvénients du G-PON

➤ Les Avantages

- La structure est passive car elle est à base de coupleurs optiques.
- Le génie civil est optimisé et le coût réduit.
- Infrastructure partiellement partagée (économie sur la fibre).
- L'architecture est favorable à la diffusion
- L'OLT est partagé (un duplexeur au central pour 32 clients).

➤ Les inconvénients

- Le budget optique est limité par le coupleur dont les pertes sont proportionnelles au nombre de ports.
- Le débit étant partagé, il est donc limité.
- La synchronisation est complexe pour le sens montant.
- La sécurité des données en réception n'est pas optimale car l'ensemble des utilisateurs reçoit l'ensemble du flux émis par le central. Cependant la confidentialité est assurée par un processus de cryptage (G983/G984). Il reste la sécurité du réseau qui peut être mise à mal par injection malveillante de signal perturbateur d'un ONT. L'ONU doit fonctionner au débit agrégé (2,5 Gbit/s par exemple), qui est très supérieur au débit utile.

5.2 Architecture du Réseau d'Accès GPON FTTH

Avec une topologie arborescente, GPON maximise la couverture avec un fractionnement minimal du réseau, réduisant ainsi la puissance optique. Un réseau d'accès FTTH se compose de cinq zones : zone centrale, zone de bureau centrale, zone d'alimentation, zone de distribution et zone d'utilisateur.

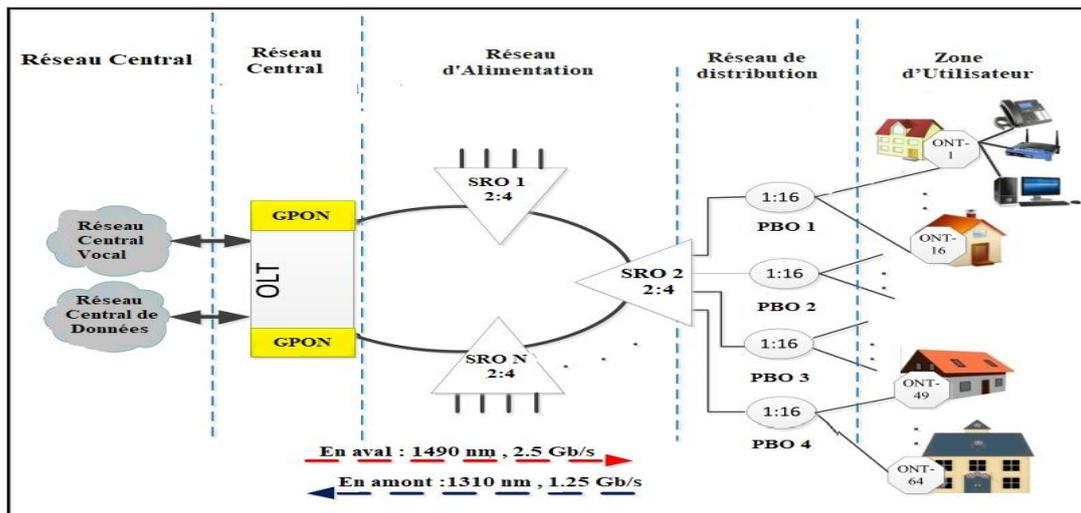


Figure 23: Architecture du réseau d'accès GPON FTTH

❖ Réseau Central:

Le réseau central comprend l'équipement ISP des fournisseurs de services Internet, RTC (commutation de paquets ou le circuit existant commuté) et l'équipement du fournisseur de télévision par câble.

❖ Bureau Central :

La fonction principale du bureau central est d'héberger l'OLT et les ODF (boîtes de distribution optiques) et de fournir l'alimentation nécessaire. Parfois, cela peut même inclure certains composants majeurs du réseau.

❖ Réseau d'Alimentation:

La zone d'alimentation s'étend de l'ODF dans le bureau central jusqu'aux points de distribution. Ces points, généralement des boîtes de jonction situées dans la rue, sont appelés SRO (Boîtes de Distribution des Fibres), où se trouvent les splitters de niveau 1. Le câble d'alimentation est généralement connecté en topologie anneau à partir d'un port GPON et se

termine sur un autre port GPON, comme indiqué dans la figure ci-dessus pour fournir une protection de type B.

❖ Réseau de distribution:

Le câble de distribution relie le splitter de niveau 1 (à l'intérieur du SRO) à un splitter de niveau 2. Le splitter de niveau 2 est généralement situé dans une boîte à bornes montée sur poteau, appelée PBO (Point de Branchement Optique), qui est généralement placé à l'entrée du quartier.

❖ Zone d'Utilisateur :

Dans la zone utilisateurs, des câbles de dérivation sont utilisés pour connecter le splitter de niveau 2 à l'intérieur du PBO aux installations de l'abonné. Pour faciliter les travaux de maintenance, un câble de dérivation d'antenne se termine généralement à l'entrée du domicile de l'abonné dans une TB (Boîte à Bornes), puis un câble de dérivation intérieur relie la TB à une ATB (Boîte à Bornes d'Accès) située dans la maison. Enfin, un câble de connexion relie l'ONT (Terminal de Réseau Optique) à l'ATB.

5.3 Composants du réseau FTTH-GPON du central optique jusqu'à chez l'abonné

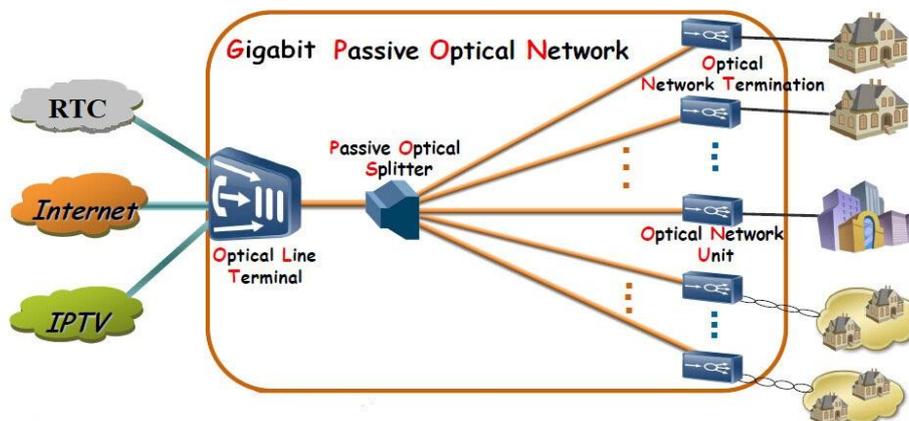


Figure 24: Composants passifs d'un réseau FTTH

▪ *OLT (Optical Line Termination)*

Baie optique qui regroupe toutes les fibres d'une même zone d'habitation.

L'OLT est le gestionnaire de services. C'est sur cet équipement qu'est configurée la ligne du client, Elle est Située dans un NRO. Au niveau de l'OLT, la fibre arrive sur un répartiteur

numérique point final de l'installation dans les centraux téléphoniques et point de départ vers les immeubles et domiciles des clients.



Figure 25:OLT

▪ ODF (Optical Distribution Frame)

La boîte de distribution optique (ODF) est une boîte utilisée pour fournir les interconnexions de câbles entre les installations de communications, qui peut intégrer l'épissure de fibre, la terminaison, les adaptateurs et connecteurs à fibre optique et les connexions de câble dans une seule unité. Elle peut également fonctionner comme un dispositif de protection pour protéger les connexions à fibre optique contre les dommages.

Les fonctions de base d'ODF fournies par les fournisseurs sont presque les mêmes. Cependant, les formes et les spécifications sont différentes. Donc le choix de la bonne ODF n'est pas facile.

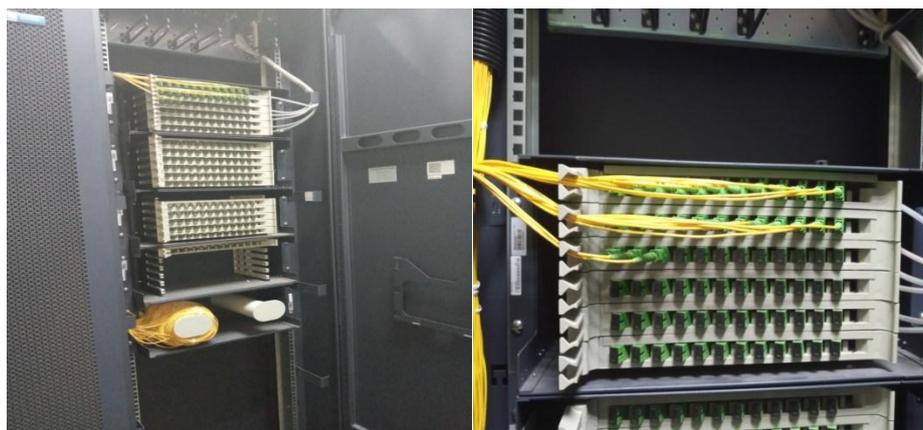


Figure 26:ODF (Intérieur et extérieur)

Il y'a deux types:

- L'ODF de montage mural.

➤ L'ODF de montage en rack.

▪ **SRO (Sous-Répartiteur Optique) ou FDT (Fiber Distribution Terminal)**

Armoire fibre optique de rue SRO est spécifiquement conçue pour le raccordement des zones non denses ou les poches de basse densité au sein des zones denses.

Elle permet de desservir les logements. Celle-ci répond à la demande de mutualisation multi-opératrices des réseaux d'accès FTTH, et remplit la fonction de point de mutualisation de zone (PMZ).



Figure 27: SRO (Intérieur et extérieur)

▪ **Boîtier de Splitter PLC**

Le séparateur de fibres optiques (splitter) est utilisé pour diviser la lumière en plusieurs parties selon un certain rapport, le splitting ratio est un composant passif important utilisé dans les réseaux PON –FTTX.

IL existe deux types de splitter optiques FTTH passifs:

- **Le splitter FBT WDM:** réalisé par fusion de fibre et qui offre un prix compétitif.
- **Le splitter PLC:** basé sur la technologie PLC (Planar Lightwave Circuit), qui est compact et convient aux applications avec densité.



Figure 28: Splitter PLC

- **PBO (Point de Branchement Optique) ou FAT (Fiber Access Terminal)**

Le PBO est un nœud d'accès de l'utilisateur sur le réseau FTTH. Il se connecte aux câbles de distribution en amont et les câbles de dérivation qui se cheminent vers l'abonné dans son logement. Il fournit des fonctions d'épissage, de distribution de câbles et prend en charge la séparation de l'épissage. Chacun de ces PBO dessert en général un maximum de 8 lots en quadri fibres et de 24 lots en mono fibre.

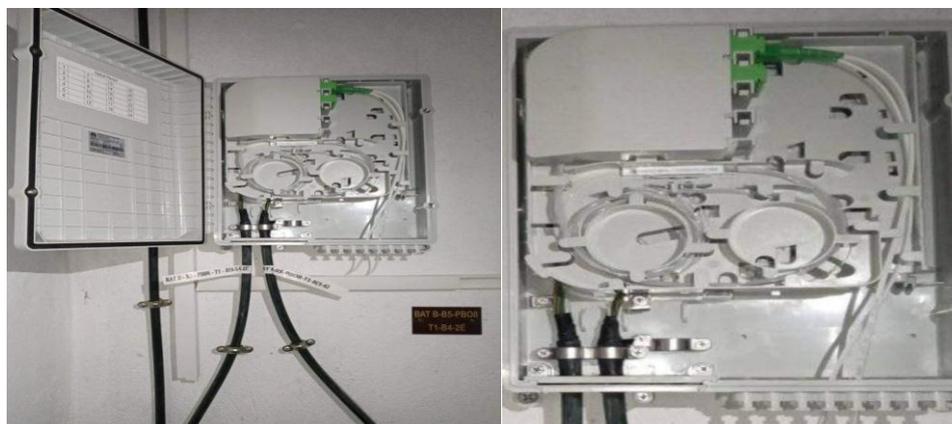


Figure 29:PBO

- **ONT (Optical Network Termination) ou ONU (Optical Network Unit)**

Equipement actif, situé chez le client, qui transforme le signal optique de la fibre optique en signal électrique sur le câble RJ45 et vice-versa.

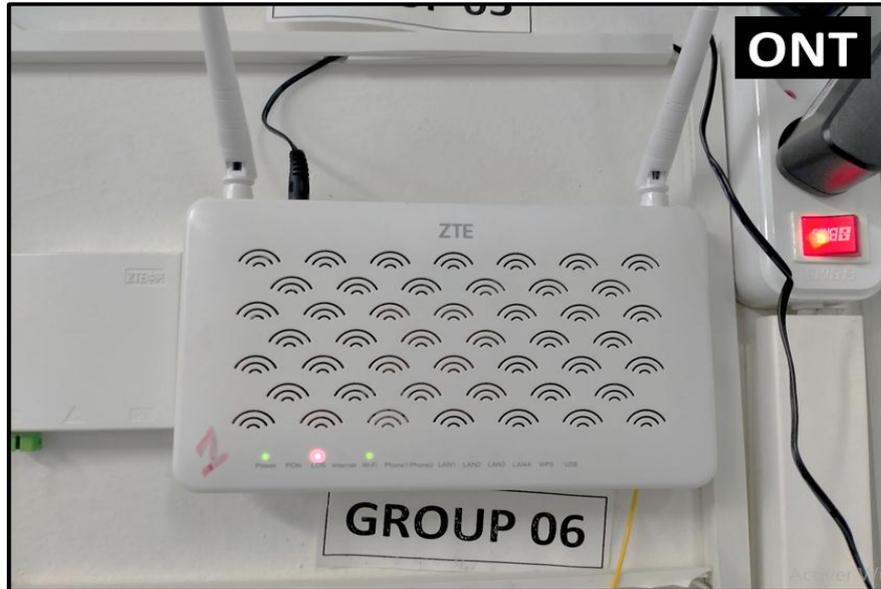


Figure 30:ONT

6 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons donné un aperçu général sur les réseaux optiques, ensuite nous avons présenté les réseaux d'accès FTTX ainsi leurs différentes technologies utilisées comme FTTH qui permet d'augmenter très sensiblement le débit de la connexion et la qualité des services avec un intérêt particulier pour le réseau optique passif et son évolution. En fin nous avons détaillé la technologie G-PON.

Le chapitre suivant sera consacré à la qualité de service (QoS) et son importance capitale pour les fournisseurs d'accès à internet.

Chapitre II
La qualité de service (QOS)

1 Introduction

La qualité de service occupe aujourd'hui une place très importante dans les entreprises prestataires de service, qui conduit à la satisfaction des clients, dont ces derniers cherchent les produits et services qui leur procurent le maximum de satisfaction. L'entreprise doit donc opter pour une meilleure démarche afin de donner un meilleur service aux clients. L'objectif de la QoS de bout en bout est de garantir un certain niveau de qualité tout en satisfaisant les utilisateurs finaux.

A cet effet, nous nous sommes concentrés dans ce chapitre sur la qualité de service et son importance capitale pour les fournisseurs d'accès à Internet, et aborder les concepts de la qualité en général.

2 Généralité sur la qualité de service(QoS)

2.1 Définition de la qualité de service

Selon la recommandation E.800 de l'UIT, la qualité de service (QoS pour Quality of Service) correspond à: *«L'effet global produit par la qualité de fonctionnement d'un service qui détermine le degré de satisfaction de l'utilisateur d'un service»*.^[14]

Le groupe de travail d'ingénierie Internet IETF (Internet Engineering Task Force) définit la qualité de service QoS (technique ou intrinsèque) comme étant *«La capacité à séparer le trafic ou à différencier différents types de trafic afin de traiter certains flux différemment d'autres flux»*.

Et d'après **JAQUE HEROVITZ**: *«La qualité de service est le niveau d'excellence que l'entreprise a choisi d'atteindre pour satisfaire sa clientèle cible, c'est en même temps, la mesure dans laquelle elle s'y conforme»*.^[15]

Enfin, une autre définition consisterait à dire que la qualité de service (QoS) est la capacité à acheminer dans de bonnes conditions un type de flux donné, en respectant ses prérequis, en termes de disponibilité des ressources réseaux, débit, délais de transmission, gigue ainsi que le taux de perte de paquets. Aussi, la QoS est un concept de gestion ayant pour but d'optimiser les ressources réseaux et de garantir de bonnes performances aux applications critiques (temps réel). Elle permet aux fournisseurs de services de respecter le SLA (Service Level Agreement (SLA)) conclu avec ses clients et d'offrir aux utilisateurs des débits et des temps de réponses

différenciées par applications (ou activités) suivant les protocoles utilisés sur leurs infrastructures IP.

Dans le contexte actuel, la Qualité de service est devenue un facteur déterminant pour les opérateurs de télécommunication qui se sont donc aperçus que la qualité de leurs services et de leurs prestations doit être constamment contrôlée et suivie d'une part pour connaître l'état de fonctionnement de leurs infrastructures et d'une autre part pour pouvoir améliorer leurs compétitivités.

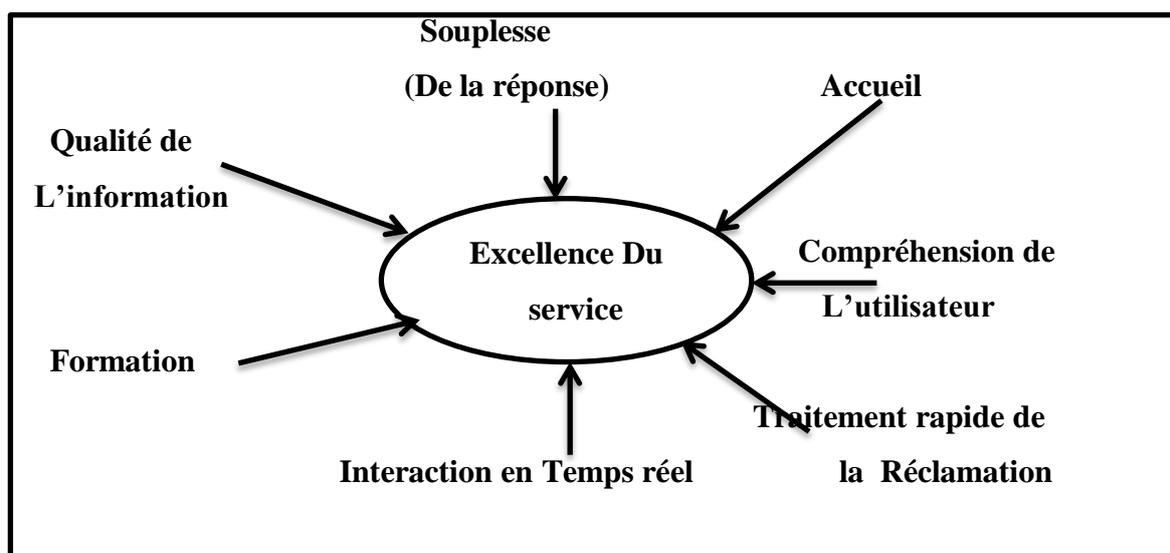


Figure 31: La qualité dans les services

2.2 Les objectifs de la qualité de service(QoS)

La détermination des objectifs à respecter relève d'une démarche contractuelle, soit entre les fournisseurs et la collectivité (autorités de régulation) dans le cadre de contrats de licence, soit entre fournisseurs et clients dans le cadre de contrats de service spécifiques, soit par des engagements génériques du fournisseur dans d'autres cas. Ces objectifs peuvent ainsi dépendre des circonstances et du prix demandé. L'important est que le consommateur puisse connaître et éventuellement négocier les objectifs sur lesquels le fournisseur s'engage en contrepartie du prix fixé dans le cadre du contrat qu'il signe, puis avoir accès à l'information qui lui permet de vérifier si les objectifs sont respectés, pour éventuellement faire jouer des clauses de pénalité vis à vis du fournisseur en cas de non-respect. Il faut noter qu'en cas de contestation, le contrat étant individuel, la QoS qui importe est celle du service concerné par le contrat spécifique au client et non la QoS moyenne de l'ensemble du service fourni par l'opérateur. ^[16]

2.3 L'importance de la qualité de service (QoS)

La qualité de service a un impact considérable sur la rentabilité de l'entreprise puisqu'un service de qualité engendre une satisfaction des clients, cette dernière de son côté peut engendrer une fidélisation et une expansion du marché de l'entreprise. Dans le cas contraire, si le service offert est de mauvaise qualité cela influe négativement sur la rentabilité de l'entreprise. Autrement dit, un mauvais service conduira à l'insatisfaction des clients qui engendrera la perte de ces derniers. Il convient de noter ici, qu'un mauvais service ne peut être remplacé par un meilleur comme c'est le cas pour les produits car l'une des caractéristiques du service est l'indivisibilité.

2.4 Paramètres de QoS

La qualité de service sera exprimée dans un langage non technique et le plus humainement compréhensible pour l'utilisateur. A l'inverse, les paramètres utilisés entre fournisseur de service et opérateur de réseau et entre opérateurs de réseaux eux-mêmes se doivent de répondre à des exigences techniques. Les paramètres de QoS associés à un flux de données sont principalement : les paramètres de QoS caractérisent le niveau de qualité de service offert et le niveau de satisfaction du client. Ils représentent la " qualité " subjective et abstraite de la perception de l'utilisateur. ^[17]

- **Débit**(en anglais bandwidth): appelé bande passante, est la capacité maximale de transmission, d'un point à un autre, d'un volume de données sur une ligne de communication en un temps donné. Il existe deux modes de disponibilité de la bande passante, en fonction du type de besoin exprimé par l'application. Le mode "Burst" est un mode immédiat, qui monopolise toute la bande passante disponible (lors d'un transfert de fichier par exemple). Le mode "Stream" est un mode constant, plus adapté aux fonctions audio/vidéo ou aux applications interactives.
- **Délai de transit**(en anglais Delay): connu aussi sous le nom de «La latence», c'est le délai de traversée du réseau, d'un bout à l'autre, par un paquet. Les différentes applications présentes sur ce réseau n'auront pas le même degré d'exigence en fonction de leur nature : faible, s'il s'agit d'une messagerie électronique ou de fichiers échangés, ce degré d'exigence sera fort s'il s'agit de données "voix". La latence dépend du temps de propagation (fonction

du type de média de transmission), du temps de traitement (fonction du nombre d'équipements traversés) et de la taille des paquets (temps de sérialisation).

- **Gigue**(en anglais Jitter): désigne les variations de latence des paquets. La présence de gigue dans les flux peut provenir des changements d'intensité de trafic sur les liens de sorties des commutateurs. Plus globalement, elle dépend du volume de trafic et du nombre d'équipements sur le réseau.

- **Taux de Perte de paquets**(en anglais Packet Loss): Elle correspond à la non-délivrance d'un paquet de données, la plupart du temps due à un encombrement du réseau.

Pour garantir une QoS acceptable, s'ajoutent à ces paramètres les indicateurs clés de performance (KPI en anglais : Key Performance Indicateurs) :

- **Disponibilité**, consiste à avoir la visibilité sur la présence du réseau. Elle passe par une bonne couverture des populations et dans la continuité. Ceci dépendra en grande partie de la présence continue d'une source d'énergie.
- **Accessibilité**, une fois présente, le réseau doit être accessible aux utilisateurs. Ce KPI est l'un des plus suivis par les Opérateurs et par le Régulateur.
- **Continuité**, les coupures d'appels ou de connections sont très désagréables pour les utilisateurs. Le Taux de Coupures d'Appels (CDR) est aussi à côté du CSSR l'un des KPIs les plus suivis.
- **Intégrité**, la qualité doit être aussi assurée sans modification ou altération des informations.

2.5 Les classe de services (Cos)^[18]

Ces paramètres sont ensuite regroupés entre eux en fonction des besoins des applications et des services. Ces groupes forment alors des Classes de Services (Class of Services : Cos). Les requêtes de QoS des applications ou des services seront toujours affectées à une classe de service donnée. A chaque classe, correspond un ensemble de paramètres de QoS avec des objectifs quantifiés. Chaque opérateur définit également ses propres classes de services avec des objectifs quantifiés différents. Il est très complexe de synthétiser les différentes propositions. En effet, même le nombre de classes de services est sujet à des débats intenses dans les instances de standardisations

- Voix : Comprend toutes les applications du type conversationnel (Voix, Visio, Conférence, ..) à de forte des objectifs sur le délai et la gigue. Elles sont également sensibles au taux de perte bien qu'il ne soit pas possible de retransmettre les données et requièrent des débits assez faibles.
- Vidéo : Regroupe toutes les applications multimédia diffusées ou non (Vidéo à la Demande – VoD, la télévision sur IP – IP TV, ...) ayant pour contrainte forte le taux de perte et le débit et dans une moindre mesure le délai et la gigue.
- Donnée : Regroupe toutes les applications de transfert de données ayant pour seule contrainte un taux de perte nul et qui s'accommodent d'un délai et d'une gigue quelconque. Un débit garanti caractérise cette classe sans toutefois en faire une contrainte stricte.
- Défaut : Désigne toutes les applications n'exigeant aucune garantie de QoS. Bien connu sous l'anglicisme « Best-Effort » c'est le mode de transport du protocole IP.

2.6 Les critères déterminant la qualité de service

Les utilisateurs jugent la qualité des services sur la base des critères suivants qui sont évidemment variables en fonction du service proposé:

- ✓ Tangibilité du service: L'apparence physique des locaux, des équipements, du personnel et de documents.
- ✓ Fiabilité: La capacité à réaliser le service promis de manière sûre et précise.
- ✓ Rapidité (réactivité): Volonté d'aider le client en lui fournissant un service rapide et adapté.

- ✓ **Compétence:** L'organisation du service dispose des connaissances, des moyens, de savoir-faire et des capacités requises pour fournir le service, Il s'agit ici du professionnalisme de l'organisation et du personnel en contact.
- ✓ **Courtoisie:** Politesse, respect et personnel en contact amical.
- ✓ **Crédibilité et honnêteté de l'entreprise de service:** Cette caractéristique concerne la notoriété de l'organisation, sa réputation, sa garantie de sérieux et son honnêteté.
- ✓ **Sécurité:** L'absence de danger, de doute, de risque, qu'il s'agisse d'un risque physique, financier ou moral.
- ✓ **Accessibilité:** Le service doit être facilement accessible aux clients, Il s'agit là d'une accessibilité physique et psychologique.
- ✓ **Communication:** L'organisation veille à tenir les clients informés du contenu précis de l'offre de service et cela dans un langage compréhensible et adapté à chaque type de clients.
- ✓ **Compréhension du client:** Les efforts déployés par l'entreprise pour connaître les besoins spécifiques des clients et pour s'y adapter le mieux possible.

2.7 Exigences des applications en métrique de la QoS

La Qualité de service d'une application est définie comme l'ensemble des exigences requises par cette application en termes de bande passante, de latence, de gigue et de taux de perte.

Ces exigences sont intrinsèques à la nature des applications .Elles peuvent être classées en deux catégories :

- **Applications temps-réel :** Ce type d'applications dites temps-réel à un besoin strict de latence et de faible variabilité de latence (gigue). Cependant, elles peuvent supporter une perte de paquets.
- **Applications non-temps-réel :** Les applications dites non-temps-réel(ou Best-Effort) sont plus sensibles à la perte de paquets qu'à une latence élevée. Dans ce cas, la fiabilité de la communication est plus importante que la garantie de délai limité.

Le tableau suivant résume les exigences de quelques applications en termes de QoS. ^[19]

Tableau 2:Exigence de quelques applications en termes de QoS

Application	Bande passante	Latence	Gigue	perte
Voix sur IP	Faible	Important	Important	Moyen
Vidéoconférence	Important	Important	Important	Moyen
Streaming vidéo à la demande	Important	Moyen	Moyen	Moyen
Streaming audio	Faible	Moyen	Moyen	Important
Courier Electronique	Faible	Faible	Faible	Important
Téléphonie	Moyen	Important	Important	Moyen
Transfert fichier	Moyen	Faible	Faible	Important

2.8 Gestion de la qualité de service

A la fin des années 1980, L'IETF (Internet Engineering Task Force) qui était une organisation travaillant spécifiquement sur tout ce qui concerne le domaine du réseau et assurant les standards Internet, a lancé un projet pour pallier cette faiblesse propriétaire de paquets de protocole IP .Dans le projet mentionné, deux groupes de travail ont développé deux modèles de gestion de la qualité de service :

- Le modèle INTSERV
- Le modèle DIFFSERV

2.8.1 Le modèle IntServ

Le modèle IntServ (Integrated Services), est basé sur la construction d'un circuit virtuel sur Internet utilisant la technique de réservation de bande passante. Les demandes de réservation de la bande passante proviennent d'applications qui nécessitent n'importe quel niveau de service. Selon ce modèle, chaque routeur du réseau doit implémenter IntServ et chaque application nécessite la réservation de garanties de service. Lorsque la bande passante est réservée pour une application donnée, elle ne peut pas être réattribuée à une autre application. Les routeurs entre l'expéditeur et le destinataire déterminent s'ils peuvent ou non prendre en charge la réservation effectuée par l'application. S'ils ne peuvent pas le supporter, ils en informent le destinataire. Sinon, ils doivent acheminer le trafic vers le récepteur. Par conséquent, dans cette méthode, les routeurs mémorisent les propriétés du flux de trafic et le supervisent également. La tâche de réservation de chemins serait très fastidieuse dans un réseau occupé tel que l'Internet.

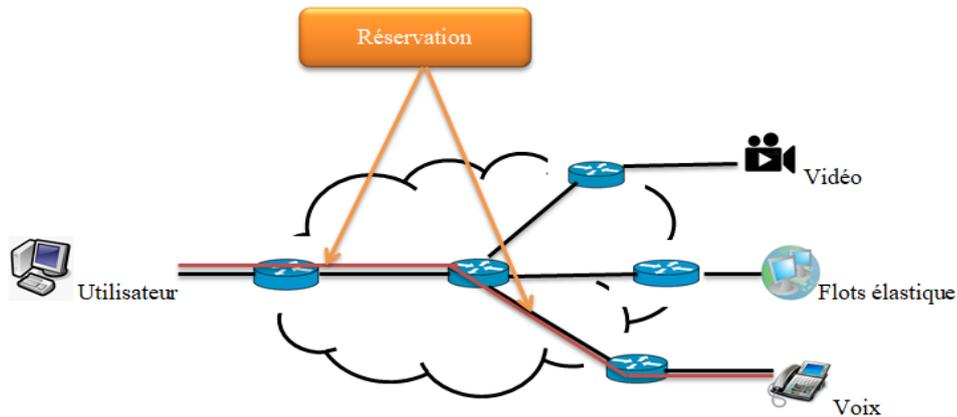


Figure 32:Modèle IntServ (Integrated Service)

2.8.2 Le modèle DiffServ

DiffServ (Differentiated Service) est un modèle permettant de fournir une QoS sur Internet en différenciant le trafic. La méthode du meilleur effort utilisée sur Internet essaie de fournir le meilleur service possible à différents flux de trafic, plutôt que d'essayer de différencier les flux et de fournir un niveau de service plus élevé à une partie du trafic. DiffServ s'efforce de fournir un niveau de service amélioré dans un environnement de meilleur effort existant en différenciant le flux de trafic. Par exemple, DiffServ réduira la latence du trafic contenant de la voix ou de la vidéo en continu, tout en fournissant un service optimal au trafic contenant des transferts de fichiers. Les paquets sont marqués par les périphériques DiffServ aux frontières du réseau avec des informations sur le niveau de service requis par ceux-ci. Les autres nœuds du réseau lisent ces informations et répondent en conséquence pour fournir le niveau de service demandé.

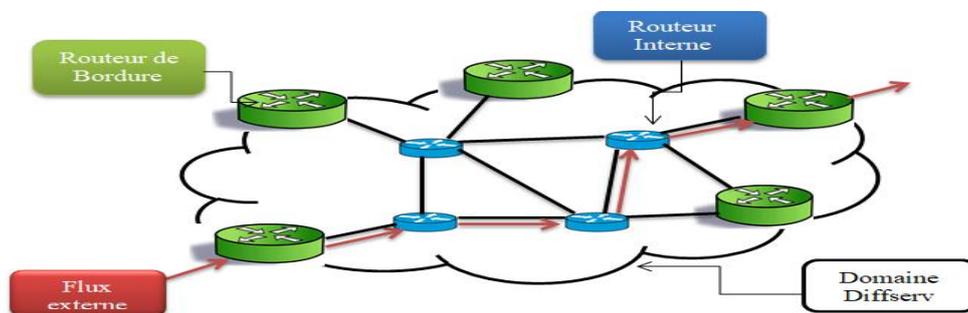


Figure 33:Architecture DiffServ

2.8.3 Modèle IntServ associé au modèle DiffServ

En supposant qu'IntServ ne s'applique qu'en périphérie et que DiffServ est bien adapté à la gestion des agrégations, l'idée est de combiner les deux techniques afin de disposer d'une architecture globale de gestion de la QoS. Les routeurs du réseau cœur sont configurés avec des classes de services (file d'attente par priorité, police) pour lesquels une réservation logique de débit est effectuée par ingénierie de trafic. ^[18]

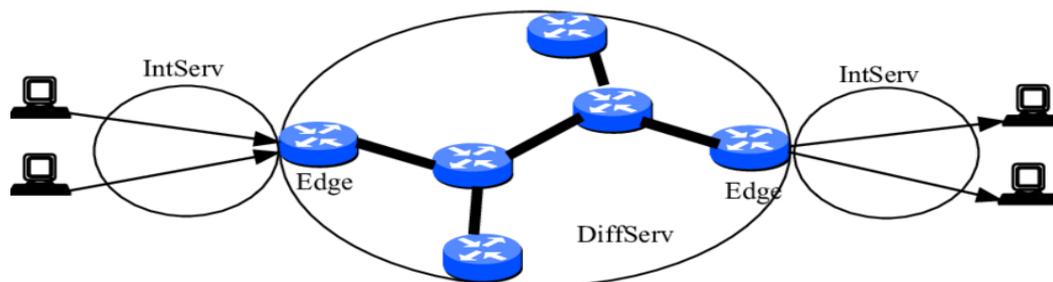


Figure 34: Architecture IntServ /DiffServ

2.9 FTTH et la qualité de service (QoS)

Dans les réseaux optiques, PON en particulier, la QoS (Quality of Service) est gérée de façon différente entre le sens montant et descendant. Dans le sens descendant, comme chaque carte G-PON est reliée au Switch de périphérie par une interface Gigabit et que le débit partagé sur le PON est de 1 Gb/s, aucun mécanisme de Qualité de Service n'est nécessaire sur l'OLT. Ce sont les ONU qui mettent en œuvre la qualité de service en affectant aux différents flux entrant une des quatre files d'attente dont elles disposent. Cette affectation se fait en fonction de la valeur du champ TOS/DSCP. La répartition des flux dans les différentes files d'attente se fait en fonction d'une table de correspondance TOS/DSCP-File d'attente. Tout flux qui entre dans une file d'attente passe obligatoirement par un module paramétrable de limitation du débit de type Token Bucket (TB). Un algorithme de vidage des queues qui consiste à vider une queue prioritaire avant de procéder au vidage de la queue suivante permet d'avoir la garantie qu'un flux/service sera strictement prioritaire sur un autre. Dans le sens montant, le mécanisme de gestion des flux dans les ONU est identique au sens descendant. Au niveau de l'OLT la gestion de la qualité de service est réalisée par le mécanisme de DBA. La prise en compte de la qualité de service dans les réseaux PON nécessite que les flux qui y entrent soient taggés avec des valeurs adéquates (TOS/DSCP). ^[20]

2.10 Exemple de qualité de service en réseaux FTTH

On voit sur quelques exemples que les besoins en QoS peuvent varier selon la nature des applications. Par exemple, lors de la diffusion d'une vidéo à la demande, l'opérateur du réseau doit assurer une transmission quasi temps-réel avec une très faible latence et une faible gigue; par contre, le fait de perdre une image de temps à autre ou pour une qualité d'image un peu dégradée ne représentera pas un grand problème pour la transmission.

Avec le développement de la technologie des réseaux, notamment en termes de débit un certain nombre d'applications bien développées ont vu le jour: les applications multimédia parmi celles-ci incluent: la téléphonie sur IP, la diffusion du audio, la vidéo-conférence, la vidéo à la demande (VOD). Les nouvelles applications multimédia sont gourmandes en ressources, ce qui obligera les réseaux traditionnels à mettre des mécanismes de qualité de service pour ces flux dits continus.

3 La qualité de service et les fournisseurs d'accès Internet (FAI)

Connaitre le fournisseur d'accès internet (FAI) est très important. Bien que n'importe qui puisse utiliser son ordinateur en tant qu'appareil autonome ou connecté à d'autres ordinateurs sur un réseau local, il doit accéder au FAI pour connecter aux ressources largement disponibles sur Internet.

3.1 Fournisseurs d'accès à Internet

Un fournisseur d'accès à Internet (FAI) (aussi appelé fournisseur de service Internet ou FSI), est un organisme (généralement une entreprise) offrant une connexion au réseau informatique Internet. Le terme anglais désignant un FAI est Internet Service Provider (ISP). Il s'occupe de relier le domicile de l'utilisateur au réseau Internet. L'habitation peut être reliée par différents moyens (par fibre optique, par ADSL, ...) et le fournisseur d'accès à Internet peut également proposer des services d'abonnement téléphonique ou de télévision. Avec les réseaux mobiles les opérateurs téléphoniques proposent parfois une connexion à Internet. Ils sont alors des fournisseurs d'accès à Internet. ^[21]

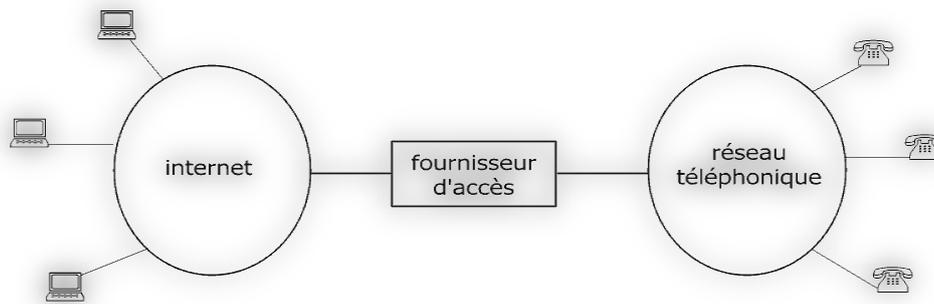


Figure 35:Fournisseur d'accès à Internet (FAI)

3.2 L'importance capitale de la qualité de service (QoS) pour les fournisseurs d'accès à Internet

La qualité de service (QoS) est d'une importance capitale pour les fournisseurs d'accès à Internet car dans un domaine aussi compétitif que celui des télécommunications, la QoS peut être le critère déterminant pour les utilisateurs professionnels et particuliers, dans la sélection du fournisseur de service téléphonique ou Internet. Chaque fournisseur dispose des solutions de supervisions qui permettent de visualiser l'état des indicateurs de performances au niveau de chaque terminal de son réseau. ^[22]

4 Conclusion

Pour conclure, La qualité est devenue un principe fondamental et un impératif de survie pour les entreprises notamment celles de secteur des services.

La qualité de service des réseaux de télécommunications est mesurée en termes de paramètres qui sont significatifs du point de vue des fournisseurs de réseaux et de services, et qui sont utilisés pour la conception des systèmes, la configuration des équipements, le dimensionnement du réseau, la maintenance, etc. de manière à obtenir la satisfaction et du fournisseur et de l'utilisateur. A cet effet, et en relation avec les critères de perception de l'utilisateur.

Chapitre III

Etude et Simulation de la qualité de service d'un réseau

FTTH-GPON

1 Introduction

Dans ce chapitre nous allons étudier et simuler la qualité de service (QOS) d'un réseau d'accès optique FTTH-GPON de la ville de Tiaret, Pour ce faire, nous commençons par une étude détaillée de l'installation et la mise en service du réseau de la Cité «400 logements AADL Sougueur-Tiaret». Ensuite, nous utilisons l'outil de simulation OptiSystem pour étudier les différents paramètres qui influent sur la qualité de service QOS de la maquette réalisée du réseau FTTH-GPON.

2 Etude et conception de réseau FTTH-GPON

Dans cette section, nous allons faire une étude conceptuelle du réseau d'accès optique FTTH-GPON dans la Cité «400 logements AADL Sougueur- Tiaret», cette étude s'est déroulée en deux parties:

1) Avant-projet Sommaire(APS)

Les étapes importantes de l'avant-projet sommaire sont:

1. Obtenir les listes des sites et les autorisations d'accès.
2. Repérer les sites sur Google Earth et confirmer les coordonnées GPS.
3. Délimiter la Zone de desserte distribution.
4. Rédiger une fiche de pointage.
5. Calculer le nombre des équipements passifs à desservir.
6. Confirmer le BOQ d'équipement actif et passif global de la zone à desservir

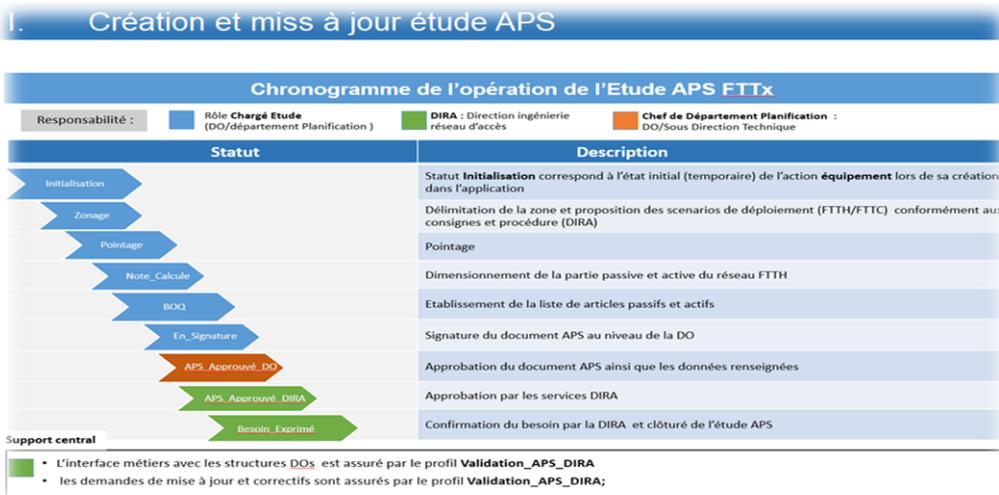


Figure 36:Schéma global de la création de l'APS

2) Avant-projet Détaillé (APD)

Après l’approbation du document APS par les autorités concernées, un autre document très important doit être réalisé à savoir l’Avant-Projet-détaillé, l’élaboration de ce dernier est constitué de deux parties:

- **Partie de Transport**

- 1 Tracer le schéma de câble Fibre Optique (Partie Transport).
- 2 Dimensionner les câbles Fibre Optique.
- 3 La canalisation de Fibre Optique.

- **Partie de Distribution**

1. Tracer le plan schéma de câble (Partie distribution).
2. Dimensionnement de câble de distribution D1.
3. Dimensionnement de câble de distribution D2.
4. Calcul de budget optique de la liaison.

2.1 APS (Avant-projet Sommaire) de la Cité «400 logs AADL-Tiaret»

1. La figure 37 présente les informations détaillées du site choisi par l’opérateur de télécommunication Algérie -Télécom afin d’obtenir une autorisation de réalisation du réseau FTTH.

Schéma Directeur d'équipements Actif

DO:Tiaret.....		CMP: ... <u>Sougueur</u>		Code Zone : C140-003			
Nom de site OLT: ... URAD <u>Sougueur</u> ...		GPS : Lat : 35.181804° Long : 1.490142°					
Nom De Metro de rattachement : URAD <u>Sougueur</u>		Metro de Rattachement : Lat : 35.181804° Long : 1.490142°					
Type de Technologie : <u>FTTH</u> <input checked="" type="checkbox"/> FTTB <input type="checkbox"/> FTTC <input type="checkbox"/>							
Type	Code Action Equipement	Equipment à installer, In/Out	Distance Vers Metro	Nom De Site	Capacité Logt	Latitude Equipment	Longitude Equipment
●		IN	2.8 KM	400 <u>Logts</u> AADL	552	35°25'49.91"N	1°45'28.73"E

Figure 37:Schéma directeur d'équipement actif

2. Délimitation de la zone de desserte distribution



Figure 38:Cité 400 logs Sougueur –Tiaret sur Google Eartch

3. Rédiger une fiche de pointage (nombre d'étage par immeuble, nombre de logement par étage, recensement des clients potentiels, ...)

Dans le tableau 3 cité ci-dessous, nous rédigeons une fiche de pointage qui contient les informations sur le nombre d'étages par immeuble, nombre de logements par étage, recensement des clients potentiels, ... etc.

Tableau 3:Fiche de pointage de cité 400 logements AADL Sougueur-Tiaret

 2-Fiche de Pointage zone immeuble (Bâtiment) (Rapport Site Survey ODN)							
Code Site: C140-003-03		Code Action: 61215					
Nom de Site: OLT URAD SOUGUEUR				Cité 400 logts AADL sougueur			
Situation VRD:				Pret			
ILOT N°	Nombre d'etage par Bloc	Nombre Logement par Etage	Total Logement	Total Commercial	Nom de Bloc	Total Client Potentiel	Etat du Bloc
	R+5	4	20	10	1	30	Finis
	R+5	4	20	12	2	32	Finis
	R+5	4	20	12	3	32	Finis
	R+5	4	21	10	4	31	Finis
	R+5	4	24	0	5	24	Finis
	R+5	4	24	0	6	24	Finis
	R+5	4	24	0	7	24	Finis
	R+5	4	21	10	8	31	Finis
	R+5	4	20	10	9	30	Finis
	R+5	4	20	12	10	32	Finis
	R+5	4	20	12	11	32	Finis
	R+5	4	21	10	12	31	Finis
	R+5	4	21	10	13	31	Finis
	R+5	4	21	10	14	31	Finis
	R+5	4	21	10	15	31	Finis
	R+5	4	22	6	16	28	Finis
	R+5	4	20	10	17	30	Finis
	R+5	4	24	0	18	24	Finis
	R+5	4	24	0	19	24	Finis
total			408	144		552	

4. Détermination de la canalisation existante et les chambres existantes dans un croquer



Figure 39: Les chambres existantes

5. Calculer les équipements passifs de la zone immeuble

▪ Les PBO:

- ✓ 1 PBO de 1 Splitter contient 8 accès.
- ✓ il est préférable de dédier des PBO pour servir les locaux commerciaux séparément.

Exemple: Bloc 01 30 logements

30 Accès = 02 PBO 08 + 01 PBO 16 (4 SPL)

▪ Les Joints:

- ✓ 01 JC = 06 Trous à Câbles
- ✓ 01 Trou Entrée /01 Trou Sortie /04 Trous distribution.
- ✓ Pour le dernier JC, on ne peut utiliser le trou de sortie pour la distribution.

Dans le tableau ci-dessous nous ventilons les résultats obtenus après le calcul de tous les équipements passifs de la zone immeuble:

Tableau 4: Calcul des équipements passifs de la zone immeuble APS

4-Note de calcul d'équipement passif de la zone immeuble (Bâtiment) APS												
Code Cite		C140-003-03			Code Action: 61 215							
Nom de Site:		Cité 400 logts AADL sougueur										
ILOT	Nom de Bloc	Total Client Potentiel	PBO 8 FO	PBO 16 FO	Coupleur Optique 1:8 pour PBO	SRO144	SRO288	Coupleur Optique 1:8 Pour SRO	Boitier de Protection d'épissure (BPE 24)	Boitier de Protection d'épissure (BPE 48)	Boitier de Protection d'épissure (BPE 72)	Prise Optique
1		30	2	1	4							30
2		32	2	1	4			1				32
3		32	2	1	4					1		32
4		31	2	1	4			1				31
5		24	1	1	3					1		24
6		24	1	1	3						1	24
7		24	1	1	3							24
8		31	2	1	4			1				31
9		30	2	1	4					1		30
10		32	2	1	4	1						32
11		32	2	1	4			1				32
12		31	2	1	4					1		31
13		31	2	1	4			1				31
14		31	2	1	4						1	31
15		31	2	1	4			1		1		31
16		28	2	1	4							28
17		30	2	1	4			1				30
18		24	1	1	3					1		24
19		24	1	1	3			1		1		24
total Equipment Passif:		552	33	19	71	1	0	9	0	7	0	552

6. Calcul des équipements de la zone à desservir :

Tableau 5: Calcul des équipements passif de la zone immeuble APS

6-Note de calcul d'équipement passif de la zone à desservir APS													
Code Zone:		Z140-003											
Code Cite	Code D'action ODN	Nom Cité/ Pavillonnaire	Total Client Potentiel	PBO 8 FO	PBO 16 FO	Coupleur Optique 1:8 pour PBO	SRO 144	SRO 288	Coupleur Optique 1:8	Boitier de Protection d'épissure (BPE 24)	Boitier de Protection d'épissure (BPE 48)	Boitier de Protection d'épissure (BPE 72)	Prise Optique
C140-003-01	61 208	CITE TEDJINI MED	1 392	187	0	187	0	1	25	0	17	1	1 392
C140-003-02	61210	cite oued baghadad	1 248	165	0	165	0	1	22	0	14	1	1 248
C140-003-03	61215	400 logts aadl sougueur	552	33	19	71	1	0	9	0	7	1	552
Total Equipment Passif:			3 192	385	19	423	1	2	56	0	38	3	3 192

7. BOQ des équipements (Actif et Passif) de la zone à desservir:

Pour desservir la cité «400 logements AADL Sougueur- Tiaret» avec un accès optique, Algérie télécom a choisi les équipements présentés dans le tableau pour l'installation et la mise en œuvre du réseau FTTH-GPON:

Tableau 6:BOQ d'équipement (Actif/Passif) globale de la zone à desservir

Category		No.	Item	Unit	Quantity
OLT (FTTH)	1.7	XGE Optical Module (10km, SFP+)	Set	4	
	1.10	GPON Card (16 Ports)	Set	1	
	1.12	Patchcord (Single Mode for PON) (20m)	Set	7	
ODN Passive	3.4	Répartiteurs optiques d'extérieur (Armoire de rue) 144 FO	Set	1	
	3.11	Boitiers de raccordement d'intérieur (d'étage) 8 FO à épissure	Set	19	
	3.12	Boitiers de raccordement d'intérieur (d'étage) 16 FO à épissure	Set	19	
	3.15	Boitiers de raccordement d'abonnés d'extérieur 8FO(410D)	Set	14	
	3.20	Boitiers de protection d'épissures 72 FO dome type (230J)	Set	1	
	3.21	Boitiers de protection d'épissures 48 FO dome type (230J)	Set	6	
	3.24	M- style coupleurs optique 1:8	Set	66	
	3.26	S- style coupleurs optique 1:8 (MINI)	Set	9	
	3.27	Prises Optiques	Set	552	

2.2 APD (Avant-projet Détaillé)

2.2.1 Partie de transport

1. Tracer le schéma de câble Fibre Optique



Figure 40:Plan schéma de câble FO

2. Dimensionner le câble Fibre Optique (partie de Transport)

Le tableau suivant présente le Dimensionnement des câbles FO utilisés dans la partie transport:

Tableau 7: 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	
		Départ A	Arrivé B		Longueur du Cable	Majoration 3%	Quantité	12 m de mou	Quantité	2m de mou	Point de départ A	Point d'arrivé B		Longueur de câble unité(m)
1	Cable A 72 FO	ODF	SRO 144-03	FO 72	3500	105	4	48	26	52	14	14	3705	
Total													3705	

2.2.2 APD (Partie distribution)

1. Dessiner le Plan schéma de Câble FO (Partie distribution) Zone Immeuble

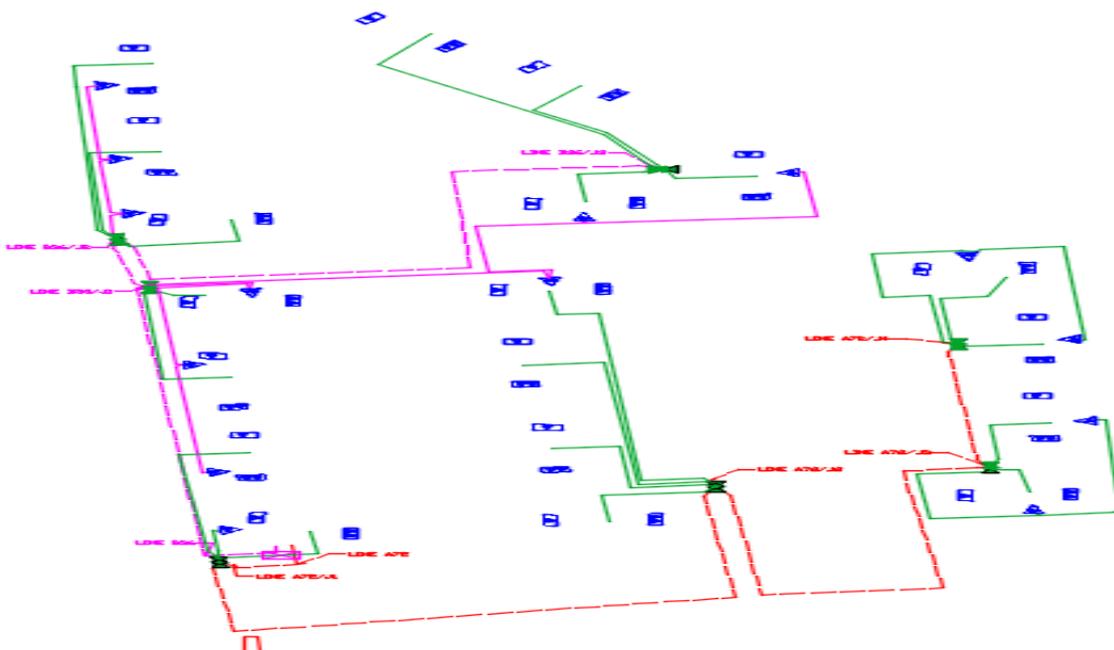


Figure 41:Le Plan schéma de Câble FO (Partie distribution) Zone Immeuble

2. Dimensionner le câble Fibre Optique (partie de Distribution)

Le Dimensionnement des câbles FO pour la distribution D1 de la zone immeuble est affiché dans le tableau 8 :

Tableau 8: Dimensionnement le câble FO (partie de Distribution)



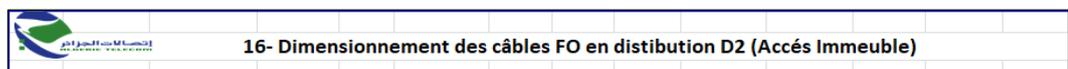
No.	Ligne	Parcours		Type de câble	Câble FO		Chambre avec joint (BPE) (*)		Chambre sans joint (BPE)		Total
		Point de départ A	Point d'arrivé B		Longueur du Câble	Majoration 3%	Quantité	dix m de mou (m)	Quantité	deux m de mou (m)	
1	Câble A 36 FO	SRO 288-03	B09-A3-03	FO-36	520	16	3	30	11	22	588
2	Câble B 36 FO	SRO 288-03	B17-A3-07	FO-36	400	12	3	30	9	18	460
Total				FO-36							1048

(*) Ce mou est réservé seulement pour la distribution D1

3. Dimensionner le câble Fibre Optique en distribution D2

Le tableau présente le Dimensionnement des câbles FO en distribution D2:

Tableau9: Dimensionnement du câble FO en distribution D2



N°	Parcours		Type de bâtiment	Type de câble	Câble FO (m)		Chambre sans joint (BPE)		Accès immeuble vers la colonne montante pied d'immeuble (m)	Colonne montante RDC vers le dernier PBO	Mou de quatre (4) metre pour Chambre et PBO (*)		Total
	Point de départ A (BPE)	Point final B (Bâtiment)			Longueur du câble Point A à Point B (BPE vers acces immeuble)	Majoration 3% (m)	Quantité (nbr)	deux metre de mou (m)			chambre avec joint (BPE) (m)	PBO (m)	
1		Bloc 1	R+5	36 FO	65	2	1	2	15	25	1	4	113
2	Bloc 01-A4-01	Bloc 2	R+5	24 FO	90	3	2	4	15	25	1	4	140
3		Bloc 9	R+5	24 FO	370	12	4	8	15	25	1	4	431
4		Bloc 10	R+5	36 FO	350	11	4	8	15	25	1	4	410
5	Bloc 06-A3-2	Bloc 5	R+5	24 FO	75	3	1	2	15	25	1	4	124
6		Bloc 6	R+5	24 FO	90	3	2	4	15	25	1	4	140
7		Bloc 7	R+5	24 FO	120	4	3	6	15	25	1	4	172
8	Bloc 09-A3-03	Bloc 8	R+5	24 FO	150	5	4	8	15	25	1	4	204
9		Bloc 10	R+5	24 FO	90	3	2	4	15	25	1	4	140
10		Bloc 11	R+5	24 FO	50	2	2	4	15	25	1	4	99
11	Bloc 14-A3-06	Bloc 11	R+5	36 FO	160	5	2	4	15	25	1	4	212
12		Bloc 12	R+5	24 FO	110	4	2	4	15	25	1	4	161
17		Bloc 3	R+5	24 FO	90	3	1	2	15	25	1	4	139
18	Bloc 4-A3-05	Bloc 4	R+5	24 FO	130	4	2	4	15	25	1	4	181
19		Bloc 2	R+5	36 FO	150	5	2	4	15	25	1	4	202
20		Bloc 17	R+5	36 FO	300	9	3	6	15	25	1	4	357
13	Bloc 17-A3-05	Bloc 13	R+5	24 FO	90	3	2	4	15	25	1	4	140
14		Bloc 14	R+5	24 FO	140	5	2	4	15	25	1	4	192
15		Bloc 15	R+5	24 FO	260	8	3	6	15	25	1	4	316
16	Bloc 17-A3-05	Bloc 15	R+5	36 FO	170	6	4	8	15	25	1	4	225
21		Bloc 16	R+5	24 FO	90	3	2	4	15	25	1	4	140
22		Bloc 17	R+5	24 FO	110	4	2	4	15	25	1	4	161
23	Bloc 17-A3-05	Bloc 18	R+5	24 FO	140	5	2	4	15	25	1	4	192
24		Bloc 19	R+5	24 FO	170	6	3	6	15	25	1	4	224
Total					FO-36								897
					FO-24								3918

4. Calcul de budget optique modèle

Le budget optique se calcule ainsi :

$$\text{Budget Optique} = \text{porté (km)} \times \text{atténuation du câble} \left(\frac{\text{dB}}{\text{km}}\right) + \text{pertes connecteurs (dB)} + \text{pertes épissures} + \text{pertes coupleurs}$$

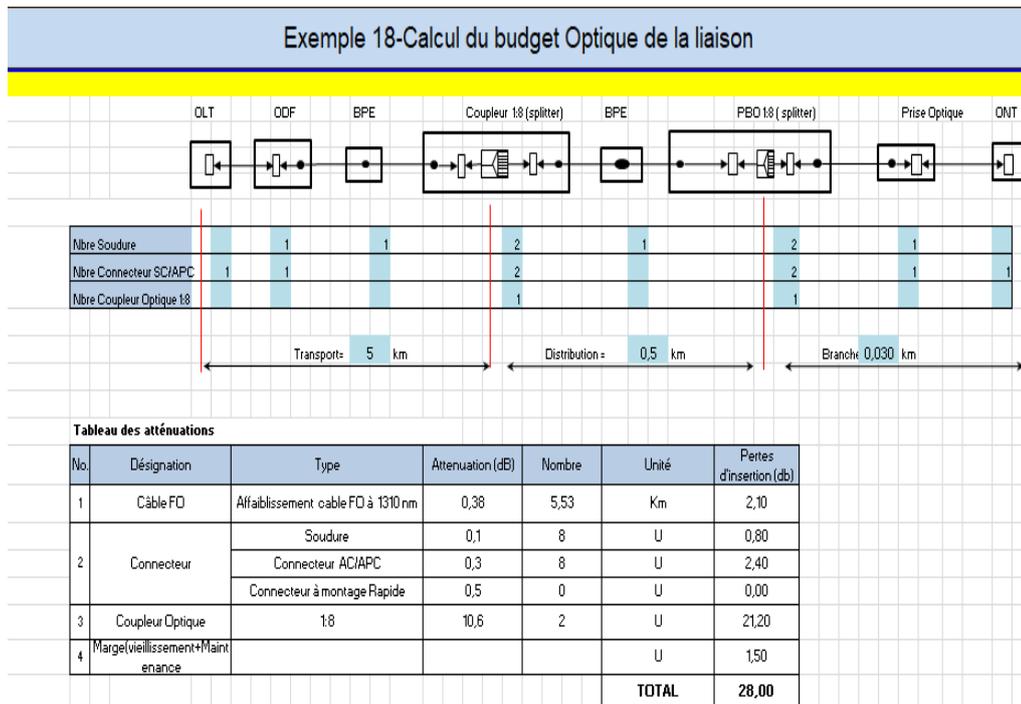


Figure 42: Calcul de budget optique modèle

5. Le schéma final de déploiement du FTTH-GPON dans Cité 400logts Sougueur-Tiaret



Figure 43: Le schéma final du déploiement du FTTH-GPON

3 Simulation de réseau FTTH-GPON

3.1 Présentation du logiciel OptiSystem

L'OptiSystem est une application complète de conception développée par la société canadienne **Optiwave**; Optical Communication System Design Software, il permet aux utilisateurs de planifier, tester et simuler des liaisons optiques.

En effet, il comprend une bibliothèque riche de composants, tels que les fibres, des appareillages de mesures paramétrables et une interface d'utilisateur graphique complète. Il contient une fenêtre principale répartie en plusieurs parties (Figure 44):

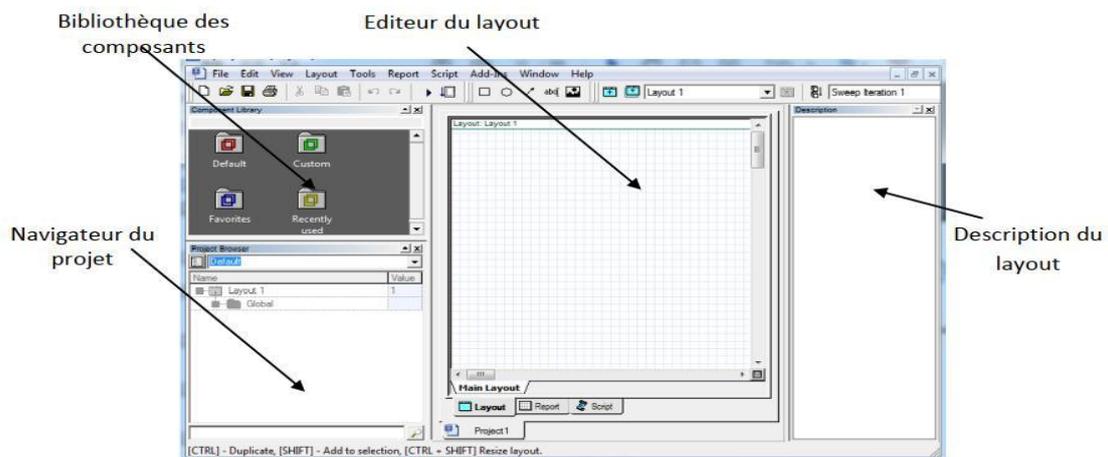


Figure 44: La fenêtre d'OptiSystem

- ❖ **Bibliothèque:** Une base de données de divers composants qui permettent de réaliser les différents schémas blocs : entrées, régénérateurs, codeurs, modulateur, filtres,...

(Figure 45)

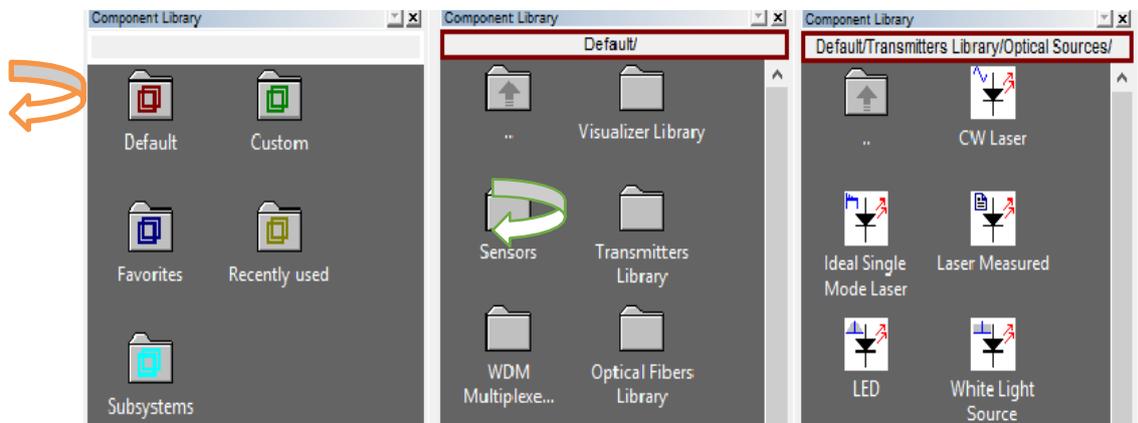


Figure 45: Bibliothèque des composants

- ❖ **Editeur du layout:** Permet l'édition et la configuration du schéma en cours de conception (Figure 46).

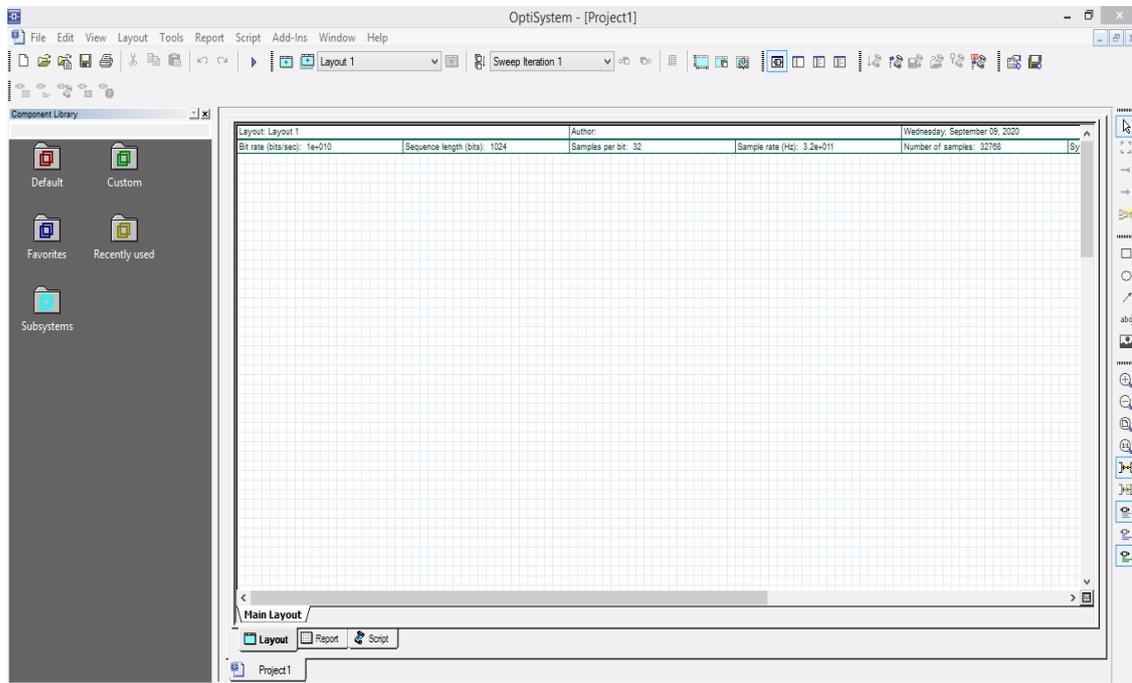


Figure 46: Interface d'utilisateur graphique (GUI)

- ❖ **Navigateur du Projet (Projet en cours) :** Permet la visualisation des divers fichiers et composants correspondant au projet en cours (Figure 47)



Figure 39: Fenêtre de présentation du Projet en cours

- ❖ **Description du layout:** Visualise et affiche les divers fichiers et composants correspondants au projet en cours.

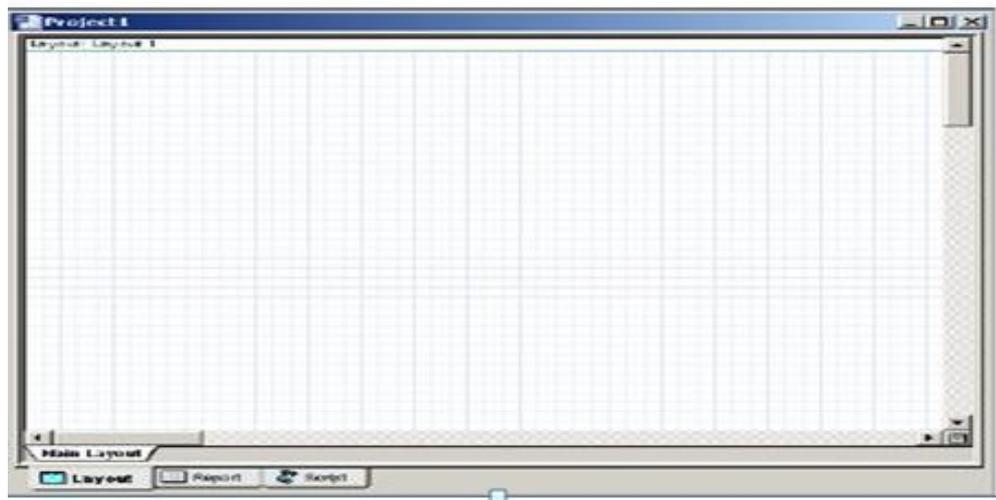


Figure 48 : Fenêtre de description du layout

3.2 Avantages du logiciel OptiSystem

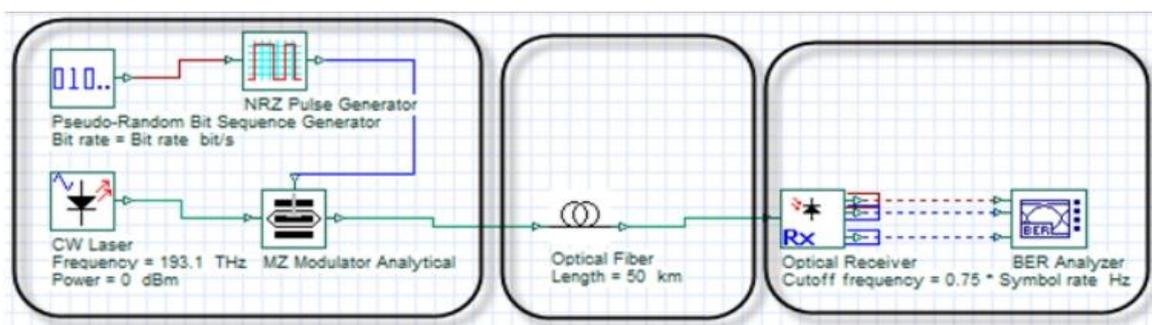
Les avantages du logiciel OptiSystem sont:

- Obtenir un aperçu de performances du système à fibre optique.
- Fournir un accès direct à des ensembles de données de caractérisation du système.
- Présentation virtuelle des options de conceptions.

3.3 Conception d'une liaison optique

Un système de communication optique est constitué d'un (Figure 49):

- émetteur
- canal de communication
- récepteur



Émetteur

Canal de communication

Récepteur

Figure 49: Les composantes d'un système de communication optique

3.4 Critères de la qualité d'une transmission

Pour juger la qualité d'une transmission optique, différents critères existent, En pratique, ces critères sont évalués après détection du signal et sont surtout utilisés en laboratoire pour tester les performances de nouvelles transmissions. Les trois principaux critères de qualité d'un signal transmis : le taux d'erreur binaire, le facteur de qualité et le diagramme de l'œil. Ces trois critères sont décrits dans la suite:

3.4.1 Le facteur de qualité en amplitude ou facteur Q

C'est un paramètre permettant de quantifier et d'évaluer la qualité d'un signal optique. Il est obtenu à partir des statistiques du bruit des niveaux (1) et (0) du signal à détecter.

Le facteur Q permet d'estimer le taux d'erreur binaire sans avoir à compter les erreurs, mais en considérant tout simplement l'amplitude moyenne des bits « 1 » et « 0 » et la valeur de leur écart type δ_1 et δ_0 , ce facteur est défini par :

$$Q = \frac{(I_1 - I_0)}{(\delta_1 + \delta_0)}$$

Où I_0, I_1 sont les valeurs moyennes qui représentent le signal utile, δ_1, δ_2 sont les écarts types des densités de probabilité des symboles 1 et 0.

3.4.2 Le taux d'erreurs binaire (BER)

Les systèmes de transmission des données sont transmises sous forme numérique, c'est-à-dire une séquence de données binaires, alors pour évaluer la qualité d'un signal transmis il suffit de comparer entre la séquence binaire d'émission et de réception, dans ce cas on parle de taux d'erreur binaire (TEB, ou en anglais BER pour Bit Error Rate).

Le taux d'erreur binaire est défini comme le pourcentage de bits qui ont des erreurs par rapport au nombre total de bits reçus.

$$\text{BER} = \frac{\text{Nombre de bits erronés}}{\text{Nombre de bits transmis}}$$

Un système est généralement qualifié de bonne qualité en télécom optique si son taux d'erreur binaire BER est inférieur à 10^{-9} ou à 10^{-12} suivant les systèmes

3.4.3 Le diagramme de l'œil

Le diagramme de l'œil représente la superposition synchrone de tous les symboles binaires de la séquence transmise, obtenue par observation sur un oscilloscope, pour estimer la qualité d'un signal, plus le signal est de mauvaise qualité, plus le diagramme de l'œil est fermé, plus le facteur de qualité est faible, plus la détection du signal sans erreur est difficile.

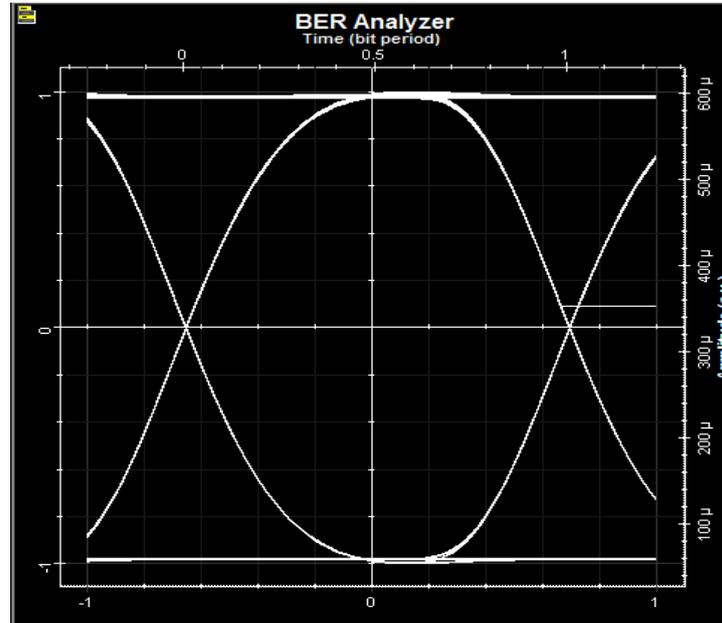


Figure 40: Le diagramme de l'œil

3.5 La simulation du réseau FTTH-GPON de la cité «400 logements AADL Sougueur-Tiaret»

Un réseau FTTH (GPON) est constitué essentiellement de 3 éléments : l'OLT, les ONTs et les Splitters. Afin de simuler ce réseau nous avons utilisé une fibre optique pour chaque liaison avec une longueur d'onde (1490 nm) dans le sens descendant (l'OLT vers les ONTs) et (1310 nm) dans le sens ascendant (les ONT vers l'OLT).

3.5.1 Le sens descendant

Dans le sens descendant, le signal optique se déplace à partir de l'émetteur OLT en traversant une fibre optique, puis ce signal est divisé en huit sous signaux, au niveau de la sortie du splitter (1:8), ensuite chaque sous signal est divisé une deuxième fois par un splitter (1:8) de deuxième niveau. Ceci ramène à une configuration contenant 64 récepteurs ONT.

Configuration des paramètres de la simulation

Afin de reproduire le plus fidèlement possible toutes les propriétés du réseau, nous devons redéfinir nécessairement un certain nombre de paramètres du réseau.

- Pour l'OLT nous proposons les paramètres suivants:
 - Débit de transmission: 2.5 Gbps.
 - Atténuation d'OLT : 3 dB.
 - Longueur d'onde : 1490 nm.
- Pour le canal de transmission nous supposons les paramètres suivants :
 - Atténuation de fibre : 0.35 dB/km.
 - Atténuation de connecteur : 0.3 dB.
 - Atténuation: 0.1 dB.

La Figure 51 représente l'architecture du réseau FTTH-GPON dans le sens descendant:

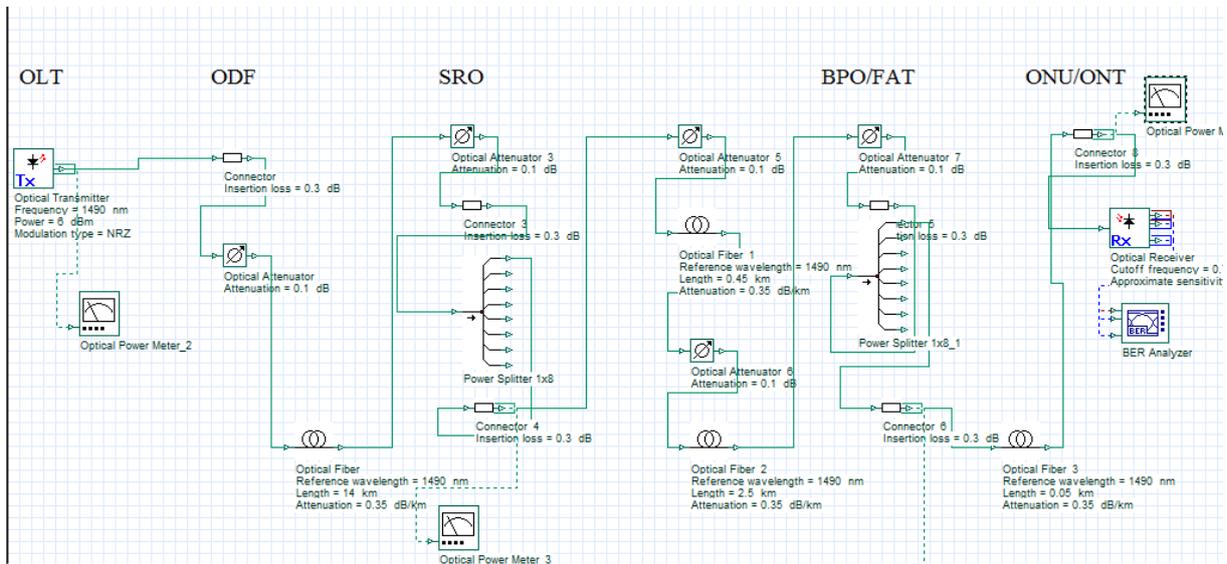


Figure 51: Simulation GPON (Sens descendant)

3.5.2 Le sens montant

Dans le sens montant, le signal optique issu de l'ONT traversé la fibre optique et les deux niveaux de splitter pour arriver au récepteur (OLT) .Dans notre architecture nous avons conservé les paramètres précédents et modifié les deux paramètres suivants : le débit nominal avec la valeur 1.25Gbp/s et la sensibilité avec la valeur -29dBm. La Figure 52 montre la simulation en sens montant.

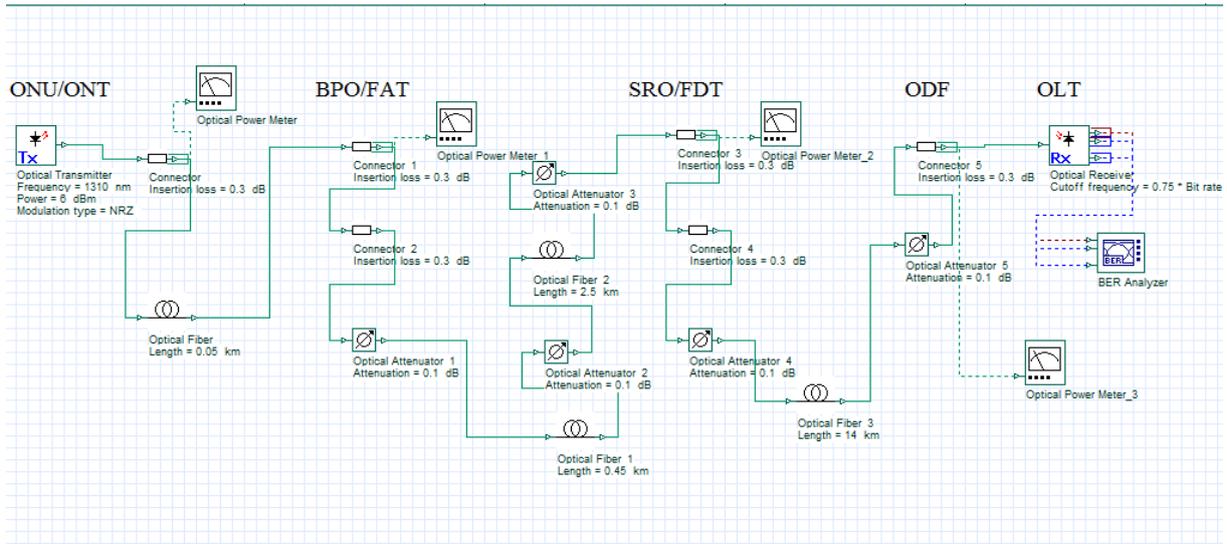


Figure 52: Simulation GPON (Sens ascendante)

3.5.3 Simulation et Résultats

Dans cette partie, Nous allons simuler l'architecture proposée dans les deux sens descendant et ascendant. Par la suite nous visualisons les résultats de la simulation obtenus par OptiSystem à savoir le Q facteur, le diagramme de l'œil et le taux erreur BER, en variant la distance, la longueur d'onde et l'atténuation. Dans cette architecture nous avons supposé que le débit binaire est fixé avec une valeur de 2.5Gb/s dans la liaison descendante et la valeur 1.25Gb/s dans la liaison ascendante pour déterminer le niveau des performances. Ces propositions permettent le bon fonctionnement du système.

3.5.3.1 L'influence de la distance

Pour connaître l'influence de la distance sur les paramètres (Q Factor, BER, diagramme de l'œil) nous avons varié la longueur du câble de transport de 5 Km jusqu'à 17 Km. Après la simulation nous avons trouvé les résultats cités dans le tableau 10 (Q facteur, BER) et la figure 53 (diagramme de l'œil) pour le sens descendant et le tableau 11 (Q facteur, BER) et la figure 54 (diagramme de l'œil) pour le sens montant.

Tableau 10: Les résultats de BER et le Q Factor pour la liaison descendante

Distance	Max Q factor	Minimum Bit Error Rate
5	46.4888	0
6	43.3512	0
7	40.6127	0
8	38.1884	2.15808e-319
9	35.853	8.10389e-282
10	33.6119	5.52243e-248
11	31.4687	1.14798e-217
12	29.4255	1.27887e-190
13	27.4833	1.37245e-166
14	25.642	2.56384e-145
15	23.9006	1.49269e-126
16	22.2572	4.75268e-110
17	20.7094	1.4118e-095

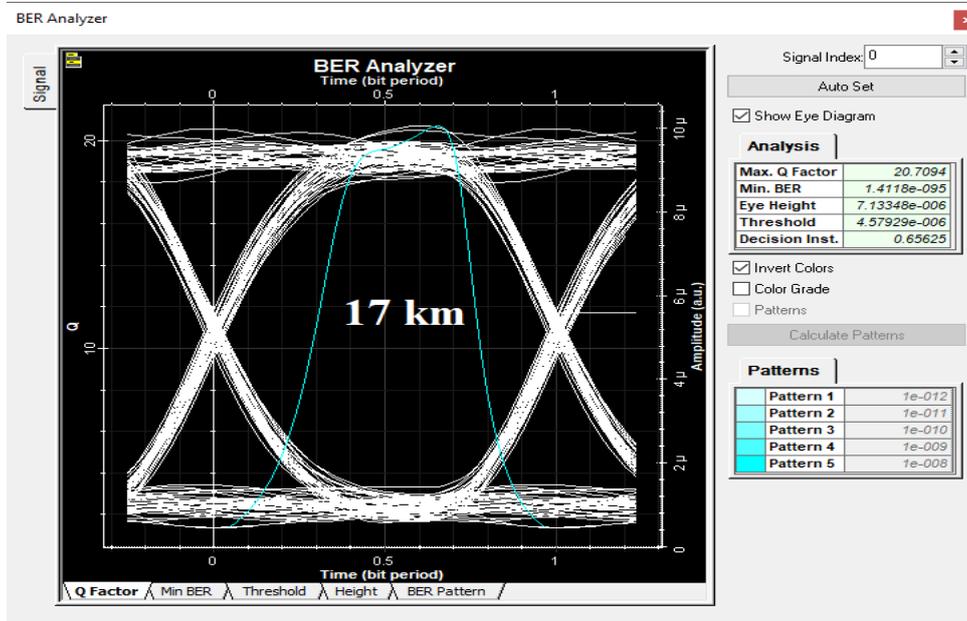


Figure 53: Le diagramme de l'œil de 17 Km (descendante)

Tableau 11: Les résultats de BER et le Q Factor pour la liaison ascendante

Distance	Max Q factor	Minimum Bit Error Rate
5	951.69	0
6	919.169	0
7	886.914	0
8	855.15	0
9	823.932	0
10	793.29	0
11	763.246	0
12	733.822	0
13	705.037	0
14	676.907	0
15	649.446	0
16	622.664	0
17	596.57	0

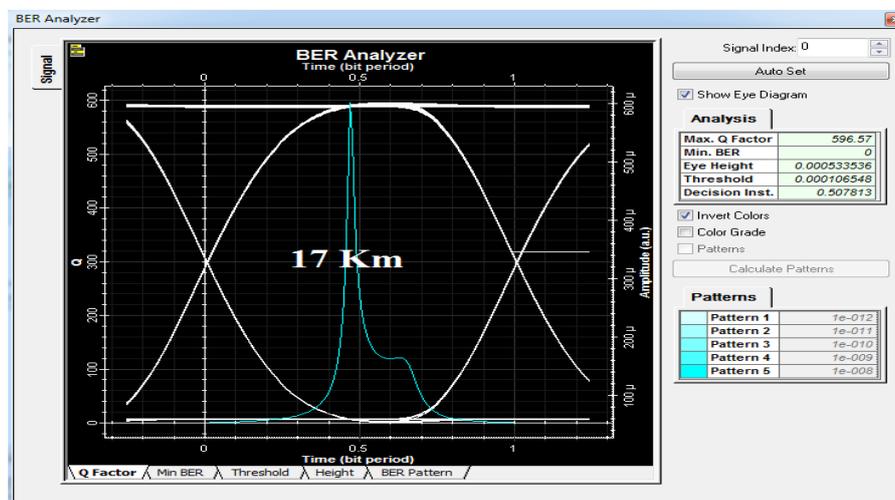


Figure 54: Le diagramme de l'œil de 17 Km (ascendante)

3.5.3.1.1 Discussion des résultats de la simulation (distance)

D'après les résultats de la simulation nous avons constaté que :

- Plus la distance augmente, plus la qualité de transmission diminue.
- Le facteur de qualité Q et le BER sont meilleurs pour les portées inférieures à 17 km cela est réciproque pour l'upstream (ascendant).

- Les valeurs du facteur de qualité obtenus est très supérieure à la valeur acceptable 6.
- Pour la distance de 17 km, nous avons obtenu une valeur de 20.7094 pour le paramètre Q facteur et un taux d'erreur binaire (BER) d'ordre 10^{-23} , cela signifie que les valeurs trouvées sont inférieures à la valeur BER recommandée 10^{-9} . Nous constatons que le signal a une bonne qualité.
- La valeur de BER résultante dans le sens montant est égale à la valeur idéale 0.
- En amont, le diagramme de l'œil est plus clair et plus ouvert par rapport au diagramme en aval.

3.5.3.2 L'influence de la longueur d'onde

Pour savoir l'influence de la longueur d'onde sur la performance du réseau FTTH, Nous avons testé plusieurs longueurs d'ondes dans la liaison descendante entre 1480 nm et 1500 nm également pour la liaison montante entre 1260 nm et 1360 nm, avec un débit binaire fixe et une distance de 17 Km. après la simulation nous avons trouvé les résultats cités dans le tableau 12 (Q facteur, BER) et les figures 55 (diagramme de l'œil) pour le sens descendant et le tableau 13 (Q facteur, BER) et les figures 56 (diagramme de l'œil) pour le sens montant.

Tableau 12: Résultats de BER et le facteur Q liaison simulée en aval

Longueur d'onde	Max Q Fatcor	Min BER
1480	22.049	4.57822e-108
1485	21.7104	7.8277e-105
1487	21.7028	9.44815 e-105
1490	20.7094	1.4118e-0.95
1500	19.0082	6.99312 e-081

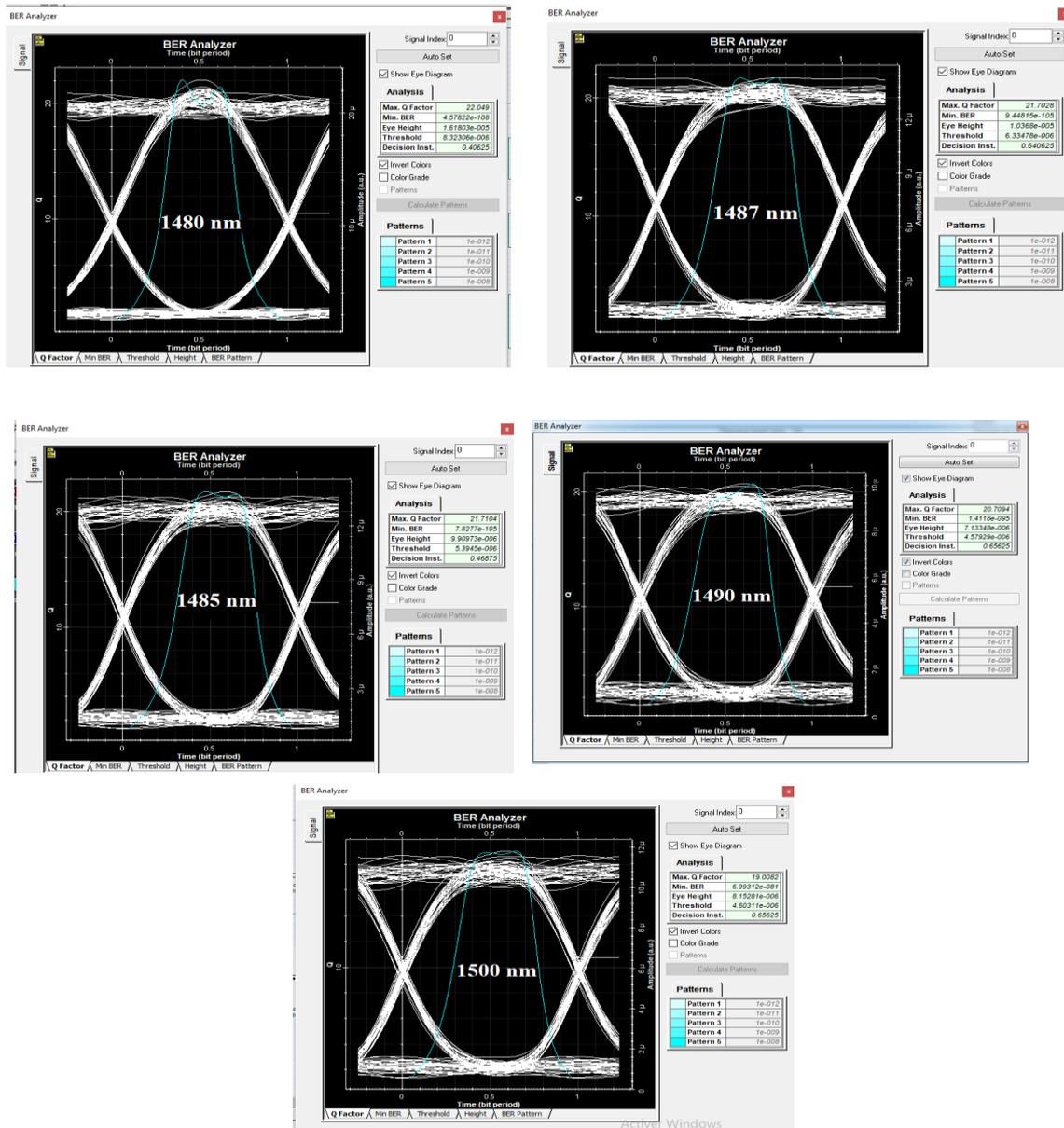


Figure 55: Diagrammes de l'œil en aval pour différentes valeurs de longueurs d'ondes

Tableau 13: Résultats de BER et le facteur Q liaison simulée en amont

Longueur d'onde	Max Q Facteur	Min BER
1260	568.331	0
1280	566.673	0
1300	564.949	0
1320	580.127	0
1340	562.744	0
1360	545.682	0

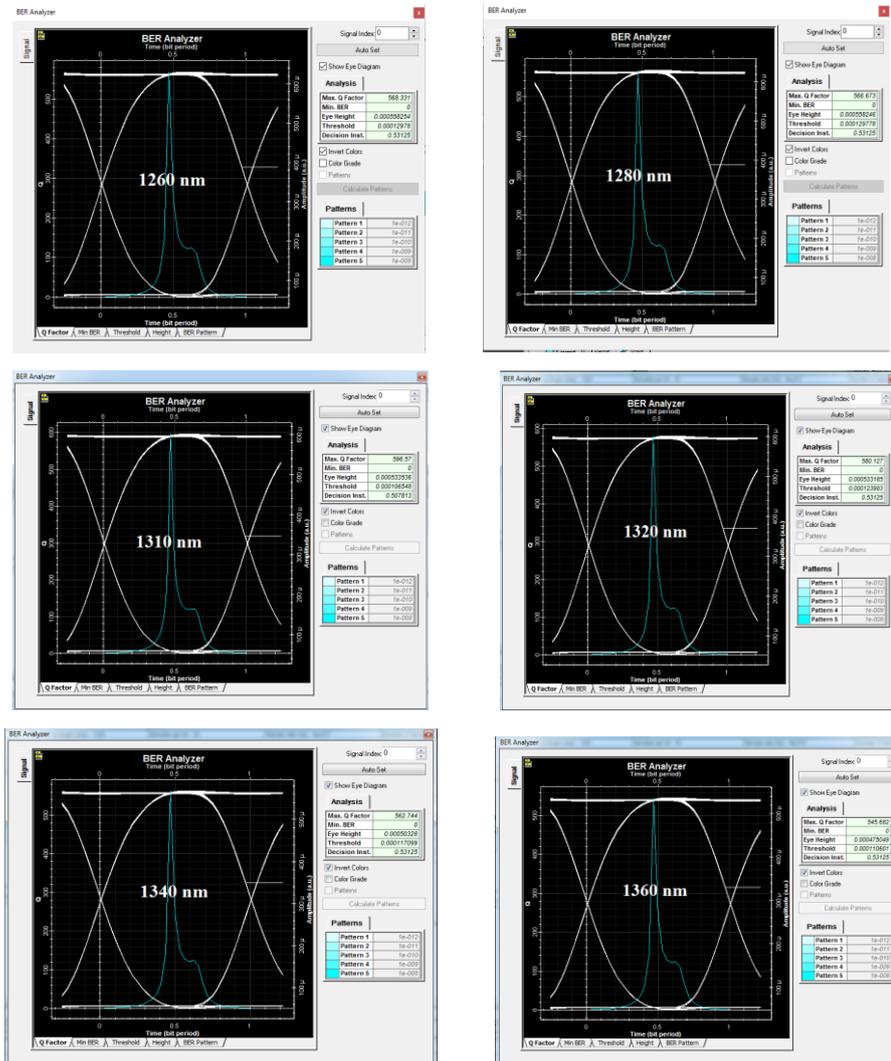


Figure 56: Diagrammes de l’œil en montant pour différentes valeurs de longueurs d’ondes

3.5.3.2.1 Discussion des résultats de la simulation (longueur d’onde)

D’après les tableaux et les diagrammes précédents, nous avons remarqué que:

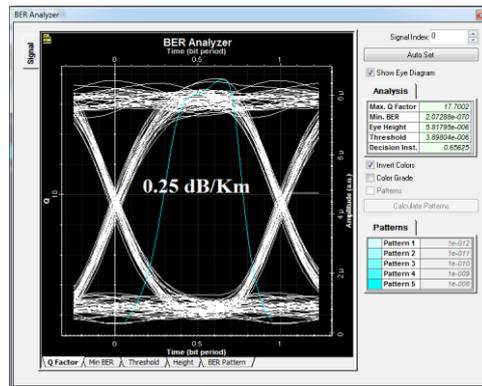
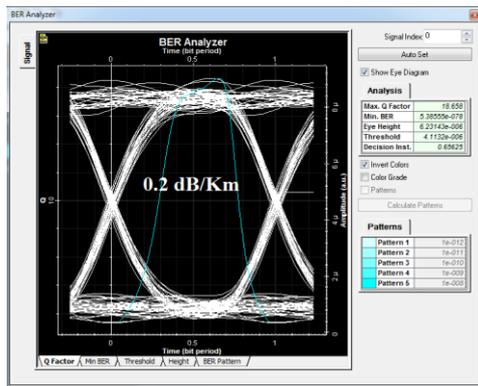
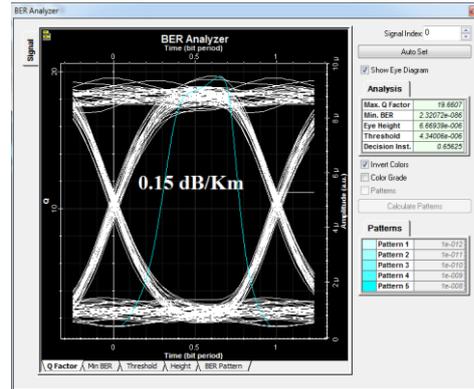
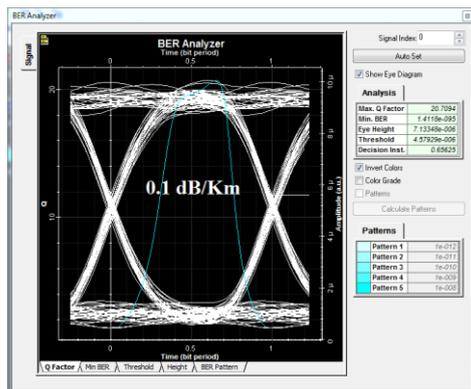
- Plus la longueur d’onde augmente, que ce soit dans le sens descendant ou ascendant, plus la valeur de facteur Q diminue, et donc la qualité de la transmission décroît.
- En aval, les valeurs obtenues de taux d’erreur binaire (BER) sont très inférieures à la valeur BER acceptable (10^{-9}).
- En amont, la valeur de BER est égale à zéro, cela indique qu’il n’y a pas d’erreur dans la transmission.
- Dans la liaison ascendante, le diagramme de l’œil est plus ouvert par rapport au diagramme obtenu dans la liaison descendante.

3.5.3.3 L'influence de l'atténuation sur la transmission

Nous avons pris différentes valeurs d'atténuation, 1490 nm pour la longueur d'onde en aval et 1310 nm en amont, afin de montrer l'influence de l'atténuation sur la performance de l'architecture proposée. Les résultats de la simulation dégagés par l'OptiSystem sont présentés dans le tableau 14 (Q facteur, BER) et les figures 57 (diagramme de l'œil) pour le sens descendant et le tableau 15 Q facteur, BER) et les figures 58 (diagramme de l'œil) pour le sens montant.

Tableau 14: L'influence d'atténuation sur le facteur Q (descendante)

Pertes dB/km	0.1	0.15	0.2	0.25	0.3	0.35	0.4	0.5
Facteur Q	20.7094	19.6607	18.658	17.002	16.7857	15.9134	15.0817	13.5345



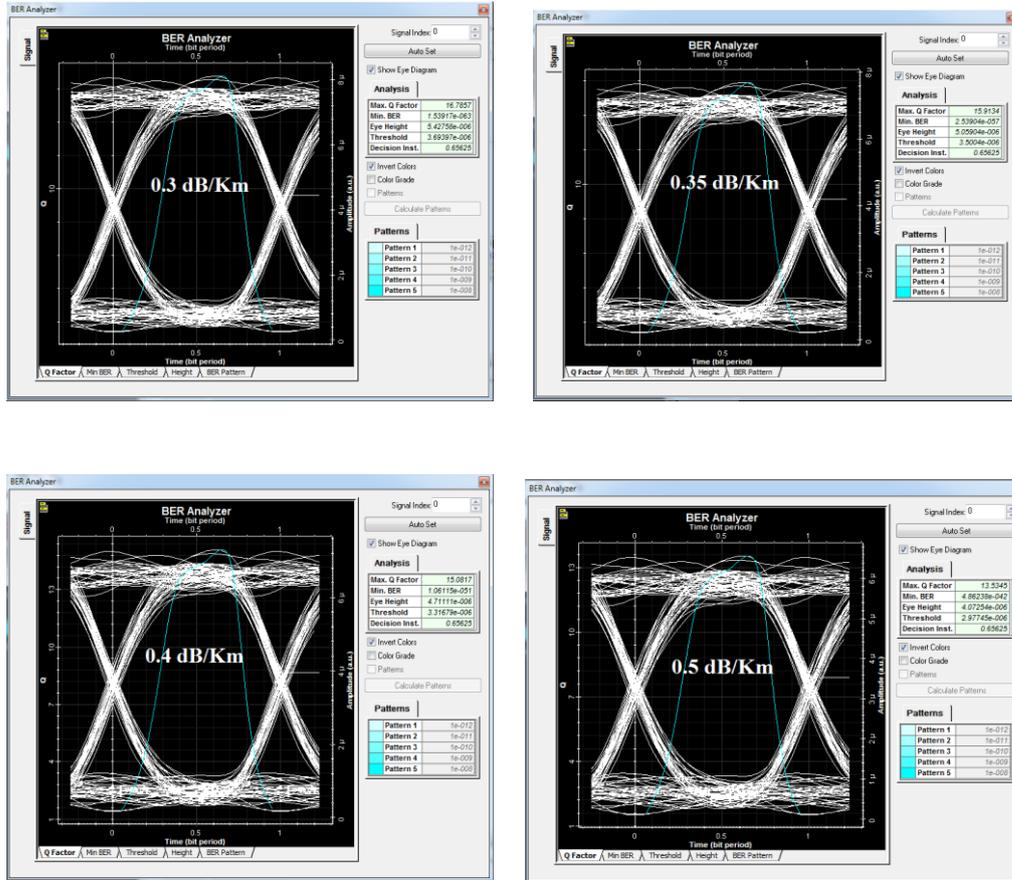


Figure 57: Diagramme de l’œil en fonction de variation d’atténuation (descendante)

Tableau 15: L’influence d’atténuation sur le facteur Q (ascendante)

Pertes dB/km	0.1	0.15	0.2	0.25	0.3	0.35	0.4	0.5
Facteur Q	596.57	578.356	560.499	542.999	525.858	509.075	492.651	460.876

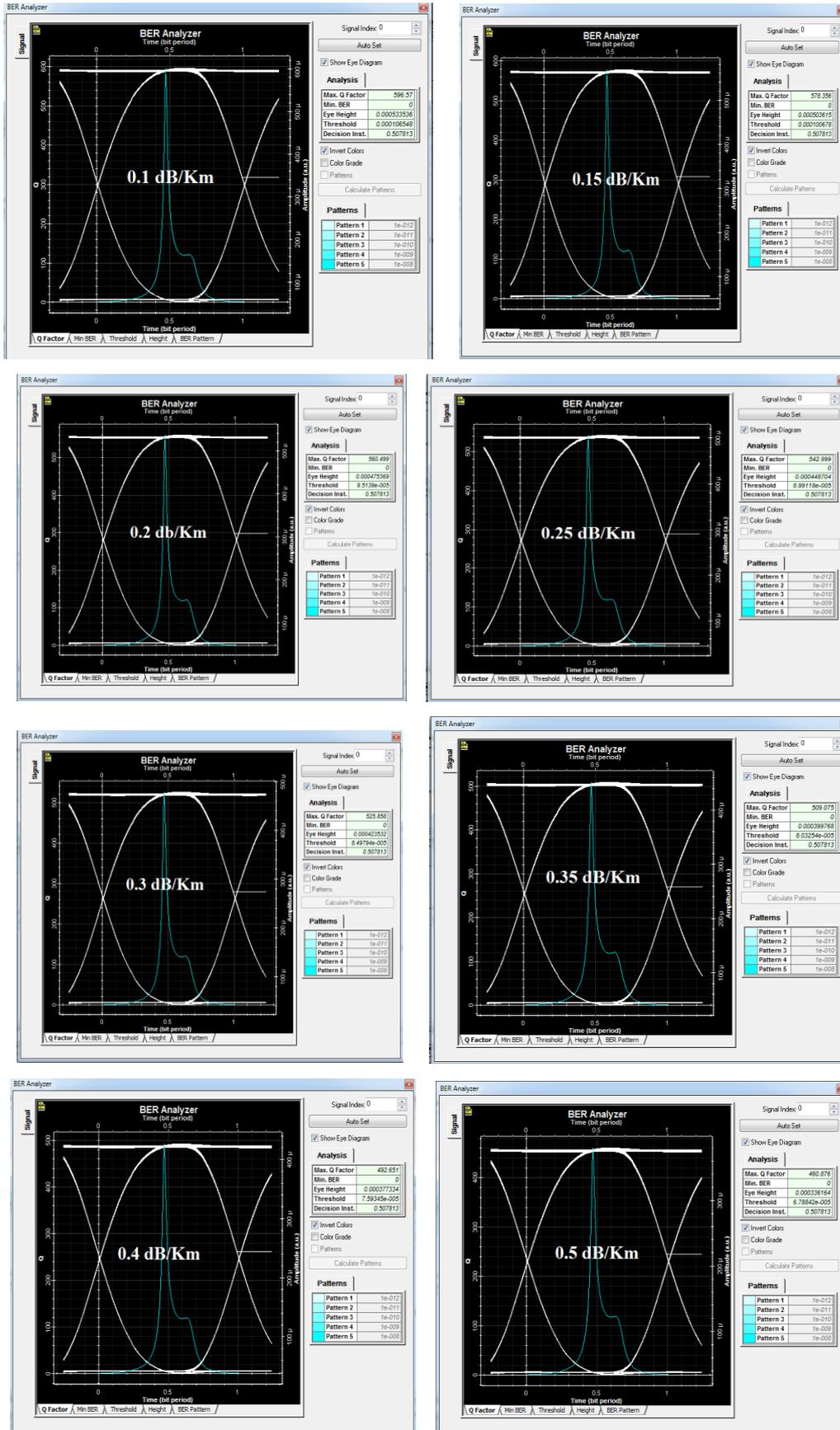


Figure 58: Diagramme de l'œil en fonction de variation d'atténuation (ascendante)

3.5.3.3.1 Discussion des résultats de la simulation (atténuation)

Les résultats de simulation indique que:

- Plus l'atténuation du signal est grande plus le facteur Q diminue considérablement.
- Plus l'atténuation augmente plus l'œil tend à se fermer et inversement.

4 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons commencé par une étude conceptuelle sur l'installation et la mise en œuvre d'un réseau d'accès optique FTTH-GPON pour la cité «400logemes AADL Sougueur-Tiaret», et proposé une architecture à ce réseau. Ensuite nous avons effectué plusieurs scénarios de simulation avec L'OptiSystem afin d'étudier l'influence des différents paramètres (distance, longueur d'onde, l'atténuation) sur la performance de la qualité de service du réseau FTTH-GPON.

Conclusion Générale

Conclusion Générale

Les technologies FTTx sont des technologies passionnantes du futur pour tous les fournisseurs d'accès Internet mondiaux, elles font de grand progrès pour les réseaux d'accès et elles sont appelées désormais; FTTx (Fiber to the...) consiste à rapprocher le câble à fibre optique au plus près de l'utilisateur, afin d'augmenter la qualité de service .il existe de nombreuses techniques FTTx, chacune avec des avantages différents par rapport à l'autre. Parmi ces techniques, on trouve FTTH (Fiber to the Home).

La fibre jusqu'à l'abonné FTTH est une technologie qui demeure la meilleur moyenne pour transporter de très hauts débits d'information numériques, avec les différents avantages qu'elle possède. Ces réseaux ont brisé les barrières des technologies plus anciennes telles que les technologies xDSL, compte tenu des performances rigoureuses du support utilisé et des technologies associées.

Dans notre travail nous avons fait une étude générale et complète sur un réseau d'accès optique FTTH-GPON de la cité 400 Logs Sougueur Tiaret, cette dernière fait par deux partie L'APS et L'APD. Puis en simulant ce système par l'outil OptiSystem afin d'étudier l'influence des différents paramètres (distance, longueur d'onde, l'atténuation) sur la qualité de service d'une part. D'autre part, nous avons remarqué que plus les paramètres suivants : distance , longueur d'onde ,atténuation augmentent, plus que les indicateurs obtenus : BER, facteur de qualité diminuent que ce soit en sens aval ou montant , et une autre remarque c'est que le diagramme de l'œil en amont est plus clair et plus ouvert par rapport en aval. Les résultats obtenus sont meilleures par rapport aux résultats produits par les autres techniques existantes dans le domaine de télécommunications.

L'étude théorique et pratique effectuées lors de notre stage à l'entreprise Algérie Télécom à Tiaret, nous a permis d'acquérir les compétences suivantes :

- Tout d'abord, la formation a permis d'incarner une partie des connaissances théoriques que nous avons acquises au cours de nos études universitaires.
- Nous avons également acquis une expérience avec les réseaux FTTX en général et les réseaux FTTH en particulier : nous avons appris la technique d'installation d'équipements de réseau FTTH, la technique de raccordement de fibres optiques.
- En fin, le stage nous a permis de développer notre sens d'observation ainsi qu'un sens de

Conclusion Générale

responsabilité pour promouvoir l'esprit d'entreprendre. De plus, nous avons dû mettre beaucoup d'efforts pendant l'étude et notre capacité d'analyse n'en a été que renforcée.

Comme perspective nous souhaitons d'utiliser la nouvelle technologie d'accès NG-PON2 qui permettra une meilleure qualité de service dans les réseaux d'accès optiques.

Bibliographies

- [1] V. O’Byrne, et al. “Chapter 24 - FTTX Worldwide Deployment”, Optics and Photonics, Academic Press, Boston, 2013, Pages 985-1040, ISSN 1557-5837
- [3] Module UE3 – Téléphonie Numérique à Intégration de service : RNIS
- [4] univblida.dz:8080/jspui/bitstream/123456789/8303/1/HADDOUCHE%20Amina%20et%20AHMOUNI%20Mohamed.pdf
- [5] https://www.pedagogie.ac-nice.fr/technologie-au_college/images/GRANDJEAN/Documents/AccesInternet.pdf
- [6] P.KADIONIK, P.GOOLD, Les technologies xDSL, cours réseaux, Ecole National Supérieur Electronique Informatique & Radio Communications, 2000, Bordeaux
- [10] (Irène et Michel Joindot et douze co-auteurs, « Les télécommunication par fibre optique», Edition Dunod 1996.)
- [12] univtlemcen.dz/bitstream/112/16476/1/Ms.Tel.Benabderrahmane%2BChelda.pdf
- [13] «mémoire sur les réseaux FTTH»- juillet2009 ; COGISYS ; Architecture des systèmes de communication
- [15] <https://www.ummt0.dz/dspace/bitstream/handle/ummt0/5314/memoire%20final.pdf?sequence=1>
- [16] <https://qostic.org/Qostic/wp-content/uploads/2016/09/GEN-GD-USG-AHQ-080126-Evaluation-QoS-V2.pdf>
- [18] Mémoire d’Hbilation à Diriger des Recherches « Architectures des réseau pour le contrôle de la QoS » Oliver Labas
- [19] O.Bamouh / H.Lalaoui
- [20] [/2007.jres.org/planning/pdf/113.pdf](http://2007.jres.org/planning/pdf/113.pdf)
- [24] mémoire final université Abdelhami Ibn Badis de Mostaghanem.pdf

Webographies

- [2] <https://www.techno-science.net/glossaire-definition/Acces-a-Internet.html> consulté 26/06/2022
- [7] <https://lte.ma/la-technologie-dacces-dite-msan-en-cinq-points/> consulté le 16/03/2022
- [8] <http://www.emfexplained.info/fra/?Page=24499> consulté le 20/03/2022
- [9] <https://learning.oreilly.com/library/view/les-reseaux/9782212411768/chap12.html#a159> consulté 31/03/2022
- [11] <https://www.viavisolutions.com/fr-fr/conception-et-deploiement-dun-reseau-fttx> 16/04/2022
- [14] https://www.memoireonline.com/12/13/8188/m_Etude-de-la-qualite-de-service-dans-les-reseaux-mobiles-GSM22.html consulté le 20/04/2022

[17] (http://www.journaldunet.com/solutions/0402/040211_qualite_de_service.shtml) consulté le 26 / 4/2022

[21]<https://www.techno-science.net/definition/10925.html> consulté le 1/01/2022

ANNEXES

ANNEXE A: Présentation de l'entreprise Algérie Télécom

A.1 Présentation de l'Algérie Télécom

Algérie Télécom, est une société par actions à capitaux publics opérant sur le marché des réseaux et services de communications électroniques.



Figure A.1: Logo d'Algérie Télécom

A.1.1 Historique d'Algérie Télécom

Sa naissance a été consacrée par la loi 2000/03 du 5 août 2000, relative à la restructuration du secteur des Postes et Télécommunications, qui sépare notamment les activités Postales de celles des Télécommunications ALGERIE TELECOM 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.

Entrée officiellement en activité à partir du 1^{er} janvier 2003, elle s'engage dans le monde des Technologies de l'Information et de la Communication (N.T.I.C) avec trois objectifs:

- Rentabilité
- Efficacité
- Qualité de service

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

Son souci consiste, aussi, à préserver et développer sa dimension internationale et participer à la promotion de la société de l'information en Algérie.

A.1.2 Ses fonctions essentielles

Les activités d'Algérie Télécom s'articulent principalement autour de:

- La fourniture des services de télécommunication permettant le transport et l'échange de la voix, de messages écrits, de données numériques, d'informations audiovisuelles.

- Développement, de l'exploitation et de gestion des réseaux publics et privés de télécommunications.
- L'établissement, de l'exploitation et de gestion des interconnexions avec tous les opérateurs des réseaux.
- En plus Multiplier l'offre de services téléphoniques et les services de transmission par paquets, faciliter l'accès à internet à haut débit.
- Améliorer 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 connecter aux autoroutes de l'information.

ANNEXE B : Les outils de test

B.1 Les outils de test

OTDR (réflectomètre optique dans le domaine temporel):

Un OTDR est l'équivalent optique d'un réflectomètre électronique dans le domaine temporel. Il injecte une série d'impulsions optiques dans la fibre testée et extrait, de la même extrémité de la fibre, la lumière diffusée ou réfléchi qui est récupérée est utilisée pour caractériser la fibre optique



Figure B.1:OTDR

OPR (Wattmètre Optique)

Le terme fait généralement référence à un appareil permettant de tester la puissance moyenne dans les systèmes à fibre optique .Les autres appareils de mesure de la puissance lumineuse à usage général sont généralement appelés radiomètres, wattmètres laser (il peut s'agir de capteurs à photo diode ou capteurs laser à thermopile), de luxmètres.

Un wattmètre optique typique se compose d'un capteur calibré, d'un amplificateur de mesure et d'un écran.



Figure B.2:OPM

Localisateur visuel de défauts

Est un stylo optique simple pour l'identification de bout en bout des fibres et localise les terminaisons des connecteurs optiques ainsi que les ruptures de type proche ou le pincement de la fibre. Son faisceau laser rouge est visible à travers la plupart des gaines de protection des fibres jaunes, permettant de localiser précisément les courbures, les connecteurs défectueux, les épissures et autres causes d'atténuation du signal.



Figure B.3:Localisateur visuel de défauts

Couperet de fibre

Un clivage dans une fibre optique est une rupture délibérée et contrôlée, destinée à créer une face d'extrémité parfaitement plate, perpendiculaire à l'axe longitudinal de la fibre. Le processus de clivage d'une fibre optique constitue l'une des étapes de la préparation d'une opération d'épissure de fibre, que l'épissure ultérieure soit une épissure par fusion ou une épissure mécanique; les autres étapes de la préparation étant celles du dénudage et de l'alignement des fibres. Un bon clivage est épissé par des méthodes identiques qui ont tendance à savoir des pertes différentes, cette différence peut souvent être attribuée à la qualité de leur clivage initial.



Figure B.3:Couperet de fibre

Décapant fibre

Le dénudage consiste à retirer le revêtement polymère protecteur autour de la fibre optique en vue de l'épissage par fusion. Le processus d'épissage commence par la préparation des deux extrémités des fibres pour la fusion, ce qui nécessite que tout le revêtement protecteur soit retiré ou dénudé des extrémités de chaque fibre. Le décapage des fibres optiques peut être effectué à l'aide d'une unité spéciale de décapage et de préparation qui utilise de l'acide sulfurique chaud ou un flux d'air chaud pour enlever le revêtement.



Figure B.4:Décapant



Direction Opérationnelle de Tiaret
Département des Ressources Humaines
Service Développement des Ressources Humaines et Formation
Réf. : AT/DO14 /DRH/SDRHF/ 02 / 2022

Attestation de Fin de Stage

Je soussigné, Monsieur HARKAT Djelloul, Directeur Opérationnel de Tiaret, atteste que **Melle GUENDOUZ Chaimaa**, étudiante à l'Université Ibn Khaldoun Tiaret, a effectué son stage pratique en milieu professionnel, durant la période du **19/12/2021** au **02/01/2022**, auprès du Service Support d'Information, Direction Opérationnelle de Tiaret.

Cette attestation lui est délivrée pour servir et valoir ce que de droit.

Fait à Tiaret le 02/01/2022



ALGÉRIE TÉLÉCOM
Le Directeur Opérationnel de Tiaret
Signé: Mr. HARKAT Djelloul

Etablie Par : Mme MEDDAH Djamilia

ALGERIE TELECOM EPE/SPA RC 02B 18083
Capital social : 115.000.000.000 DA
Siège Social : Route Nationale n°05, Cinq Maisons, Mohammadia-16200-Alger
NIF : 000 216 001 808 337
NIS : 000 216 290 656 936



Direction Opérationnelle de Tiaret
Département des Ressources Humaines
Service Développement des Ressources Humaines et Formation
Réf. : AT/DO14 /DRH/SDRHF/ 03 / 2022

Attestation de Fin de Stage

Je soussigné, Monsieur HARKAT Djelloul, Directeur Opérationnel de Tiaret, atteste que **Melle BOUGHEDOU Amel**, étudiante à l'Université Ibn Khaldoun Tiaret, a effectué son stage pratique en milieu professionnel, durant la période du **19/12/2021** au **02/01/2022**, auprès du Service Support d'Information, Direction Opérationnelle de Tiaret.

Cette attestation lui est délivrée pour servir et valoir ce que de droit.

Fait à Tiaret le 02/01/2022



ALGÉRIE TÉLÉCOM
Le Directeur Opérationnel de Tiaret
Signé: Mr. HARKAT Djelloul

Etablie Par : Mme MEDDAH Djamilia

ALGERIE TELECOM EPE/SPA RC 02B 18083
Capital social : 115.000.000.000 DA
Siège Social : Route Nationale n°05, Cinq Maisons, Mohammadia-16200-Alger
NIF : 000 216 001 808 337
NIS : 000 216 290 656 936

Résumé

Actuellement, nous connaissons une demande importante sur le haut débit et le très haut débit au niveau des réseaux d'accès, principalement il faut transporter les informations sur des grandes distances. Les technologies qui utilisent le cuivre n'est pas adapté à cette demande. Installer la fibre jusqu'au domicile (FTTH) constitue actuellement la meilleure solution.

On dispose de différents types de technologies et d'architectures optiques FTTx, chacune de ces architectures présente les avantages et les limites, elles sont alors adoptées suivant les applications et les services. Deux architectures FTTH sont possible pour relier les abonnés à l'équipement central optique le point à point (p2p) et point à multipoint (M2M) ou PON.

La qualité de service (QoS) est d'une importance capitale pour les fournisseurs d'accès à Internet car dans ce domaine aussi compétitif que celui des télécommunications, la QoS peut être le critère déterminant pour les utilisateurs professionnels et particuliers, dans la sélection du fournisseur de service téléphonique ou Internet.

Dans ce travail nous avons étudié et simulé la qualité de service d'un réseau d'accès optique FTTH (Fiber To The Home) de type GPON (Gigabit Passive Optical Network) en utilisant le logiciel de la simulation OptiSystem tout en faisant varier certains paramètres de cette dernière.

Mots-clés : Les réseaux d'accès optique, FTTH, FTTX, GPON, QOS, OptiSystem.

تلخيص

في الوقت الحالي، نشهد طلبًا كبيرًا على التدفق العالي والتدفق العالي جدًا لشبكات الوصول، وخاصة نقل المعلومات عبر مسافات طويلة. التقنيات التي تستخدم الألياف النحاسية لا تتلاءم مع هذا الطلب. يعد تركيب الألياف البصرية إلى المنزل (FTTH) أفضل حل حاليًا. هناك أنواع مختلفة من تقنيات FTTx والبنى الضوئية المتاحة، لكل منها مزايا وقيود، ثم يتم اعتمادها وفقًا للتطبيقات والخدمات. لتقنية FTTH بنيتين لربط المشتركين بالمعدات المركزية الضوئية: من نقطة إلى نقطة (P2P)، ومن نقطة إلى عدة نقاط (M2M) أو PON.

تعتبر جودة الخدمة ذات أهمية قصوى لموردي خدمات الإنترنت لأنه في مجال تنافسي مثل الاتصالات يمكن أن تكون هي المعيار الحاسم للمستخدمين المهنيين والخاصين في اختيار مورد خدمة الهاتف والإنترنت. في هذا العمل، قمنا بدراسة ومحاكاة جودة خدمة شبكة الوصول البصري FTTH من نوع GPON. باستخدام برنامج المحاكاة OptiSystem مع تغيير مؤشرات معينة في هذا الأخير.

Abstract

Currently, We are experiencing a significant demand for high and a very high rate access networks, Principally It is necessary to transport informations over long distances. Technologies that use copper are not adapted to this demand. Installing fiber to the home (FTTH) is currently the best solution

There are differents types of FTTx optical technologies and architectures, each of these architectures has the advantages and limitations, They are adopted according to the applications and services. Two FTTH architectures are possible to link subscribers to the optical central equipment: point-to-point (P2P) and point-to-multipoint (M2M) or PON.

Quality of service (QoS) is very important for Internet access providers because in a field as competitive as telecommunications, QoS can be the determining criterion for professionals and particulars users, in the selection of the telephone or Internet service provider.

In this work, we have studied and simulated the quality of service of an optical access network FTTH (Fiber To The Home) of type GPON (Gigabit Passive Optical Network).using the software of the OptiSystem simulation while varying some parameters of the latter.

Keywords: Optical access networks, FTTH, FTTX, GPON, QOS, OptiSystem.

