

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Djilali Bounaama Khemis Miliana



Faculté des Sciences et de la Technologie
Département de Technologie

Mémoire du Projet de Fin d'Etudes
Pour l'obtention du diplôme de

Master

En

« Télécommunications »

Option :

« Systèmes de Télécommunications »

Titre :

Etude et planification des réseaux MSAN et FTTH

Réalisé par :

SEGHIR Ayoub

HALLADJ Chams Eddine

Encadré par :

Mr A. BOUSSAHA

Année Universitaire: 2015/2016

Dédicace

je dédie ce travail à mes très chers parents.

A mes deux frères et ma sœur.

A toute ma grande famille.

A mes amis les plus proches.

A tous ceux qui de près ou de loin m'ont aidé dans la réalisation de ce mémoire.

HALLADJ CHAMS EDDINE.

Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude, l'amour, le respect et la reconnaissance que je porte à mes parents.

Je dédie ce modeste travail à :

Ma mère, tu es ma source de tendresse, de courage et de patience. tu fait plus qu'une mère puisse faire pour que ses enfants suivent le bon chemin dans leur vie et leurs études.

Mon père, tu es mon modèle et mon mentor, rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être. Ce travail est le fruit de tes sacrifices que tu as consentis pour mon éducation et ma formation le long de ces années.

Mes trois frères pour leurs encouragements et leurs soutiens.

Tous mes amis et mes proches.

Une pensée au père de Yassine et à la maman de Amine que dieu leur accorde sa miséricorde.

SEGHIR Ayoub

Remerciements

Nous remercions tout d'abord le grand Dieu pour l'achèvement de ce mémoire.

Nous exprimons notre gratitude à Monsieur le président de jury d'avoir accepté d'examiner ce mémoire.

Nous remercions Messieurs les membres du jury, d'avoir accepté de prendre part à ce jury ainsi que pour l'intérêt qu'ils ont porté à ce travail.

Nous remercions Monsieur A. BOUSSAFA, notre encadrant, pour ses conseils et suggestions avisés qui nous ont aidés à mener bien ce travail, et d'avoir apporté à ce mémoire ces remarques et conseils.

Résumé

L'augmentation du trafic et la demande de services à larges bandes motivent les opérateurs à mettre en œuvre de nouveaux réseaux pour y remédier.

Ce mémoire vise à faire le tour de ce qui est relié à un NGN basé sur un réseau d'accès MSAN ou FTTH en passant par l'état de l'art des réseaux optiques, l'étude détaillée des deux réseaux d'accès, la planification et la conception de ces deux derniers avec une simulation du réseau WDM-GPON sur OptiSystem destinée à faire l'illustration sur les différentes exigences de réseaux, ainsi que des tests pour trouver les différents problèmes de transmission et pour essayer d'approcher aux valeurs optimaux pour qu'il soit applicable dans un cas réel .

Mots clés

Réseaux optiques, MSAN, FTTH, étude des performances, QoS.

Abstract

The increase in demand of Broadband services and traffic volume have pushed telecom operators to implement next generation networks as a solution.

In this thesis we aim to study the NGN's based on MSAN or FTTH access networks, going through the state of the art of optical networks, a detailed study of the two access networks, the planning and conception of those two with a simulation of WDM-GPON on OptiSystem to show the different requirements for the implementation and also to test it in order to find the transmission problems and to draw near the optimal values so it can be viable in a real case.

Key words

Optical networks, MSAN, FTTH, performance study, QoS.

Liste des abréviations

A

APD: Avalanche Photo Diode.

A-PON: Asynchronous Transfert Mode Passive Optical Network.

ATM: Asynchronous Transfert Mode.

ADSL: Asymetrique Digital Subscriber Line.

B

BER: Bit Error Rate.

B-PON: Broadband Passive Optical Network.

BRAS: Broadband Remote Acces Server.

BDA: Band width Dynamic Allocation.

D

DSLAM: Digital Subscriber Line Acces Multiplexing.

DWDM: Dense Wave length Division Multiplexing.

E

E-PON: Ethernet Passive Optical Network.

EDGE: Enhanced Data Rates for GSM Evolution.

EDFA: Erbium Dopped Fiber Amplifer.

F

FTTH: Fiber To The Home.

FTTB: Fiber To The Building.

FTTC: Fiber To The Curb.

FTTx: Fiber To The x.

FE: Fast Ethernet.

G

G-PON: Gigabit Passvie Optical Network.

GE: Gigabit Ethernet.

GSM: Global System for Mobile.

GPRS: General Packet Radio Service.

I

IP: Internet Protocol.

IPTV: Iternet Protocol Television

IMAP: Integreted Multi Service Acces Platform.

L

LAN: Local Area Network.

LASER: Light Amplification Stimulated Emission of Radiation.

LED: Light Emission Diode.

M

MSAN: Multi Service Acces Node.

MAN: Metroplotai Area Network.

N

NGN: Next Generation Network.

NRA: Nœud de Raccordement d'Abonnée.

O

ODN: Optical Distribution Network.

OLT: Optical Line Termination.

ONU: Optical Network Unit.

ONT: Optical Network Termination.

ON: Ouverture Numerique.

P

PIN: P⁺ Intrinseque N⁻

P2P: Point to Point.

PON: Passive Optical Network.

PVMB: Packet Voice Master Board.

PCM: Pulse Code Modulation.

R

RTC: Reseau Telephonique Commuté.

RNIS: Reseau Numerique Integrateur de Service.

RMS: Reseau Multi Service.

RSS: Remote SubSystem.

S

SIP: Session Initial Protocol (Protocole de Session Initial).

SHDSL: (Symetric High-speed Degital Subscriber Line(Ligne d'Abonnée Numerique Symetrique a Haute vitesse).

T

TDM: Time Division Multiplexing (Multiplexage Temporel) .

U

URAD: Unité de Raccordement Abonnées Distantes.

UA5000: Unit Accès 5000 (Unité d'Accès 5000).

UMTS: Universal Mobile Telecommunication System (Systeme de Telecommunication Mobile Universel).

V

VDSL: Very high bit rate Digital Subscriber Line(Ligne Numerique d'Abonnée tres haut debit).

VoIP: Voice Over IP (Voix a travers l'IP).

VOD: Video On Demand (Video a la demande).

W

WDM: Wave Length Division Multiplexing(Multiplexage en longueur d'onde).

WDM-PON: Wave Length Division Multiplexing Passive Optical Network.

Liste des figures

Chapitre 1

Fig.1.1: Schéma synoptique d'un système de communication optique.....	4
Fig.1.2: Composants d'un émetteur optique.	4
Fig.1.3: Structure d'une LED.....	5
Fig.1.4: Structure d'un laser a semi-conducteur.....	5
Fig.1.5: Modulation directe.....	6
Fig.1.6: Modulation externe.....	6
Fig.1.7: Exemple de multiplexage temporel.....	7
Fig.1.8: Exemple de multiplexage WDM.....	7
Fig.1.9: Exemple de multiplexage TDM/WDM.....	8
Fig.1.10: Schéma général des différentes couches d'une fibre optique.....	8
Fig.1.11: Schéma de comparaison du diamètre, indice et la propagation dans les types de F.O.....	10
Fig.1.12: Schéma de réfraction et réflexion de la lumière sur un dioptre.....	11
Fig.1.13: Schéma de l'ouverture numérique.....	12
Fig.1.14: Atténuation dans les fibre.....	14
Fig.1.15: Dispersion modale.....	14
Fig.1.16: Dispersion chromatique.....	15
Fig.1.17: Schéma de principe d'un amplificateur électronique.....	15
Fig.1.18: Schéma de principe d'un amplificateur optique.....	16
Fig.1.19: Composants d'un récepteur optique.....	16
Fig.1.20: Structure d'une photodiode PIN.....	17
Fig.1.21: Structure d'une photodiode ADP.....	17
Fig.1.22: Diagramme de l'œil avant et après un canal a AWGN.....	18

Chapitre 2

Fig.2.1: Différents couches dans une architecture NGN.....	25
Fig.2.2: Services offerts par les réseaux NGN.....	27
Fig.2.3: Migration de l'international vers le resau IP.....	28
Fig.2.4: Migration du commutateur class 3 vers l' IP.	29

Fig.2.5: Migration du commutateur class 4 vers l'IP.....	30
Fig.2.6: Migration du commutateur class 5 vers l'IP.....	31
Fig.2.7: Architecture réseau MSAN.....	32
Fig.2.8: Réseau multiservice de l'Algérie.....	33
Fig.2.9: Routeur M40e.....	34
Fig.2.10: Metro Ethernet de type Huawei 9303 et 9306.....	34
Fig.2.11: Topologie des MSANs raccordés au Metro de ain defla.	35
Fig.2.12: MSAN Outdoor.	36
Fig2.13: Structure du châssis HABD.....	36
Fig.2.14: Structure du châssis esclave HABE.....	37
Fig.1.15: Structure du châssis étendu HABF.....	37
Fig.1.16: Interconnexion des différents châssis de MSAN UA 5000.	37
Fig.2.17: Carte PWX.	38
Fig.2.18: Carte PVMB.....	39
Fig.2.19: Différents types de FTTx.	43
Fig.2.20: OLT Alcatel-Lucent.....	43
Fig.2.21: ONU.	44
Fig.2.22: Exemple d'un splitter optique 1x8.....	44
Fig.2.23: Architecture a base de composants passifs.....	45
Fig.2.24: Architecture point multipoint a base de composants actifs.....	47

Chapitre 3

Fig.3.1: Interface graphique du logiciel OptiSystem.....	51
Fig.3.2: Plan du réseau d'accès MSAN.....	52
Fig.3.3: Cartes dans un métro Switch.....	53
Fig.3.4: Composition d'une carte 10 GE.....	53
Fig.3.5: Composition d'une carte 1 GE.....	54
Fig.3.6: Composition d'une carte MSAN.....	54
Fig.3.7: Paramètres général de réseau.....	55
Fig.3.8: Architecture du réseau d'accès FTTH.....	56

Fig.3.9: Schéma de l'OLT.....	57
Fig.3.10: SPLITTER OLT SIDE.....	58
Fig.3.11: Spectre de la voie descendante dans la première fibre.....	58
Fig.3.12: SPLITTER BLOCK.....	59
Fig.3.13: Block ONT.....	59
Fig.3.14: Emetteur de la voie montante.....	60
Fig.3.15: Spectre d'émission d'un ONT.....	60
Fig.3.16: Schéma du block récepteur OLT.....	61
Fig.3.17. Représentation graphique du facteur Q en fonction de la distance.....	62
Fig.3.18: Evolution du facteur Q et du diagramme de l'œil selon les différentes distances.....	62
Fig.3.19: Représentation graphique du facteur Q en fonction de la distance.....	63
Fig.3.20: Evolution du facteur Q et du diagramme de l'œil selon les différentes distances....	64
Fig.3.21: Représentation graphique du facteur Q en fonction de débit.....	65
Fig.3.22: Evolution du facteur Q et du diagramme de l'œil selon les différentes débits.....	66
Fig.3.23: Représentation graphique du facteur Q en fonction des pertes de raccordements.....	67
Fig.3.24: Facteur Q et du diagramme de l'œil selon les différentes pertes de raccordement...	68
Fig.3.25: Représentation graphique du facteur Q en fonction de nombre d'utilisateurs.....	69
Fig.3.26: Facteur Q et du diagramme de l'œil selon le nombre utilisateurs.....	70

Liste des tableaux

Tableau.1.1: Récapitulatif de comparaison entre les différents types de F.O	10
Tableau.2.1: Differentes cartes de service narrowband.....	40
Tableau.2.2: Differentes cartes de service Broadband.....	40
Tableau.2.3: Differentes cartes de combo.	41
Tableau.3.1: Evolution du facteur Q selon les différentes distances.....	61
Tableau.3.2: Evolution de facteur Q selon les différents distances.....	63
Tableau3.3: Evolution de facteur Q selon le débit de liaison.....	65
Tableau3.4: Evolution de facteur Q selon les pertes de raccordements.....	67
Tableau3.5: Evolution de facteur Q selon le nombre d'utilisateurs	68

Table de Matière

Introduction générale.....	1
Chapitre 1 : Etat de l'Art des réseaux optiques	
1.1. Introduction	3
1.2. Chaîne de transmission optique.....	3
1.2.1. Module d'émission.....	4
1.2.1.1. Diode électroluminescente (LED)	4
1.2.1.2. Diode LASER.....	5
1.2.1.3. Modulation optique.....	6
1.2.1.4. Multiplexage.....	7
1.2.2. Support de transmission (fibre optique)	8
1.2.2.1 Différentes couches d'une fibre optique.....	8
1.2.2.2. Types des fibres optiques.....	9
1.2.2.3. caractéristiques d'une fibre.....	11
1.2.2.4 Limitations optiques.....	13
1.2.2.5. Amplification.....	15
1.2.3. Module de réception.....	16
1.2.3.1. Photo diode PIN.....	16
1.2.3.2. Photo diode à avalanche (APD).....	17
1.2.3.3. Détection.....	17
1.3. Critères de qualité d'une transmission par fibre optique.....	18
1.3.1. Diagramme de l'œil.....	18
1.3.2. Taux d'erreur binaire (BER).....	18
1.3.3. Facteur de qualité Q.....	19
1.3.4. Diagramme de constellation.....	19
1.4. Réseaux optiques.....	19
1.4.1. Réseaux tout optiques.....	19
1.4.2. Réseaux non tout optiques.....	20
1.5. Pourquoi utiliser une transmission à fibre optique?	20

1.6. Les applications des fibres optiques.....	21
1.7. Conclusion.....	21

Chapitre 2 : Etude détaillée du réseau MSAN et FTTH

2.1.Introduction	23
2.2. Réseaux NGN.....	23
2.2.1. Définition.....	23
2.2.2. Pourquoi les NGN?	23
2.2.3. Architecture des NGN.....	23
2.2.4.Type de NGN.....	25
2.2.5. Les Equipements actifs du réseau NGN.....	26
2.2.6. Services proposés par un NGN.....	27
2.2.7. La migration du RTC vers le nouveau réseau NGN.....	28
2.3. Etude d'un réseau MSAN.....	31
2.3.1. Softswitch.....	32
2.3.2. Le RMS (Réseau Multi Service)	32
2.3.3. Le METRO.....	34
2.4. Equipement de la couche d'accès dans un réseau MSAN	35
2.4.1. UA5000.....	35
2.4.2. Châssis de l'UA 5000	36
2.4.3. Les différents cartes de l'UA5000.....	38
2.4.3.1. Les cartes de contrôle principale d'un châssis	38
2.4.3.2. Carte de service.....	39
2.4.3.3. carte TSSB (Subscriber Test Board)	41
2.4.4. Les avantages d'un réseau MSAN.....	41
2.5. Etude d'un réseau FTTH.....	42
2.5.1. C'est quoi un réseau FTTH ?	42
2.5.2. Equipements principales dans un réseau FTTH.....	43
2.5.3. Les architectures FTTx FTTH.....	44
2.5.3.Architecture a base de composants passifs	45
2.5.3.2.Architecture a base de composants actifs.....	46
2.6. Conclusion.....	47

Chapitre 3 : Tests, planification et simulation des réseaux MSAN et FTTH

3.1. Introduction.....	49
3.2.Le programme de simulation OptiSystem.....	49
3.2.1Définition.....	49
3.2.2.Applications.....	49
3.2.3.Caractéristiques principales.....	50
3.3.Architecture et planification du réseau MSAN et FTTH.....	51
3.3.1.Planification d'un réseau d'accès MSAN.....	51
3.3.1.1. Block métro Switch.....	53
3.3.1.2 .Block MSAN.....	54
3.3.2.Planification d'un réseau FTTH.....	55
3.3.2.1. Voie descendante.....	57
3.3.2.2.Voie montante.....	60
3.4.Testes et simulation du réseau MSAN et FTTH.....	61
3.4.1. Influence de la distance sur le facteur de qualité Q pour MSAN.....	61
3.4.2.Influence de la distance sur le facteur de qualité Q pour FTTH.....	63
3.4.3.Test du réseau FTTH a différents débits.....	65
3.4.4 Effet des pertes de raccordement sur la transmission.....	67
3.4.5.Influence du nombre d'utilisateurs sur la transmission.....	68
3.5.Conclusion.....	70
Conclusion générale.....	72

Introduction générale

Les réseaux de nouvelle génération ne cessent pas à prendre la place des anciens réseaux ceci grâce à leurs efficacités et flexibilités ainsi leur grande bande passante et des débits très élevés et aussi une diversité de services offerts dans un seul réseau, tous ces avantages rendent leur implémentation une nécessité car ils sont déjà à marche dans certains pays.

En effet, En mettant en activité les réseaux de nouvelle génération NGN (Next Generation Network) dans la gestion des flux voix et données, l'opérateur poursuit le processus de la mise à niveau de son réseau téléphonique, conçu, pour transporter la voix traditionnelle, par le remplacement des vieux équipements par d'autres plus performants de type MSAN (Multi Service Access Node).

L'objectif de l'utilisation de ce type d'équipement est de mettre au placard les anciens réseaux et de passer alors progressivement vers un réseau tout IP, Ce qui permet également de répondre à la demande en hauts débits des clients, tout en restant compatibles avec les équipements ADSL de façon à assurer une migration facile. Les équipements MSAN peuvent en effet, à travers la boucle locale cuivre ou carrément de la fibre optique, offrir simultanément des services de la voix commutée ou IP, des accès à large bande et si le réseau devient tout transparent FTTH on peut même offrir au clients des solutions audiovisuelles de type triple-Play.

En 2006, des réseaux FTTH existent déjà en milieu urbain en Asie du Sud-est et aux États-Unis, ainsi que dans quelques agglomérations européennes. En France, le réseau Pau Broadband Country a fait figure de précurseur ; parmi les déploiements en cours, ceux de Paris et des Hauts-de-Seine sont les plus avancés.

Le domaine d'étude des technologies FTTH reste un domaine pointu dans les pays développés industriellement .En effet, il existe dans ces pays une pratique et un développement que nous maîtrisons peu. Nous avons été, dès l'affectation du sujet confronté à cette réalité, le peu de pratiques et de recherches en Algérie a été ainsi, pour nous, un grand handicap. Ceci ne nous a cependant pas empêché de comprendre et saisir le sujet dans sa globalité, et de tenter de présenter les technologies MSAN et FTTH, notamment, en mettant en évidence les avantages aussi bien pour les opérateurs que pour les utilisateurs.

Le premier chapitre fait l'objet de l'état de l'art des réseaux optiques, commençant par une définition de la chaîne de transmission optique avec tous ces composants de l'émetteur jusqu'au récepteur avec une illustration sur les changements apportés au signal transmis

comme la modulation ,le multiplexage l'amplification etc., on a aussi cité dans ce chapitre les différentes généralités sur la transmission par fibre optique ainsi que les critères de qualité et les applications d'une transmission optique.

Le deuxième chapitre est dédié à une étude détaillée des réseaux de nouvelle génération MSAN et FTTH, cette étude touche la définition, l'architecture, les équipements et les services proposés par ces réseaux NGN, ainsi les méthodes et les étapes de migration vers ces derniers, dans la fin de ce chapitre on a cité les équipements utilisés par Algérie Telecom avec une bref explication de mode d'exploitation de ces nouvelle technologies en Algérie.

Le troisième chapitre a été consacré au Tests, planification et simulation des réseaux MSAN et FTTH on a commencé par une définition de notre logiciel de travail, puis on a cité quelques applications de ce logiciel dans le domaine de télécommunications, après on a passé à la planification de notre deux réseaux MSAN et FTTH puis une simulation et des tests sur le réseau WDM-GPON.

1.1. Introduction

Un système de communication transmet des informations d'un site à un autre, où les deux sites sont séparés par quelque kilomètres ou une distance transocéanique. L'information est portée par une onde électromagnétique dont la fréquence varie de quelque mégahertz à des centaines de Téra-hertz. Les systèmes de communications optiques utilisent une porteuse de (près de 100THZ) dans la région visible ou infrarouge du spectre électromagnétique. Les systèmes de communication par fibre optique sont des systèmes à onde lumineuse qui emploient les fibres optiques pour la transmission. Ce genre de système a été déployé dans le monde depuis 1980 et a révolutionné la technologie derrière les télécommunications. La technologie à onde lumineuse avec la microélectronique est un facteur majeur dans l'avancement de l'âge de l'information. L'objectif de ce chapitre est de décrire le système de communication à fibre optique d'une manière compréhensible, nous aborderons cette chaîne de transmission des différents angles de manière à couvrir tout ce qui il y a à connaître à propos d'une communication par fibre optique nous passerons par les composants des deux extrémités (émetteur/récepteur) et le canal lui-même et nous expliquerons aussi les différentes techniques et opérations effectuées lors d'une liaison par fibre optique.

1.2. Chaîne de transmission optique

Une chaîne de transmission est toujours constituée de trois éléments basiques, un émetteur, un canal de transmission et un récepteur quelque soit l'échelle ou le niveau du réseau c'est le principe fondamental d'une communication. L'utilisation d'un canal optique nécessite la présence de terminaux de nature optoélectronique convenablement adaptés.

Ce genre de liaison comprend aussi d'autres composants:

Composants actifs: modulateur/démodulateur, multiplexeur/démultiplexeur, amplificateurs optiques, commutateurs.

Composants passifs: coupleurs, isolateurs, optiques, filtres, optiques, compensateur de dispersion, atténuateurs.

La figure 1.1 illustre plus précisément les différents composants d'une communication par fibre optique.

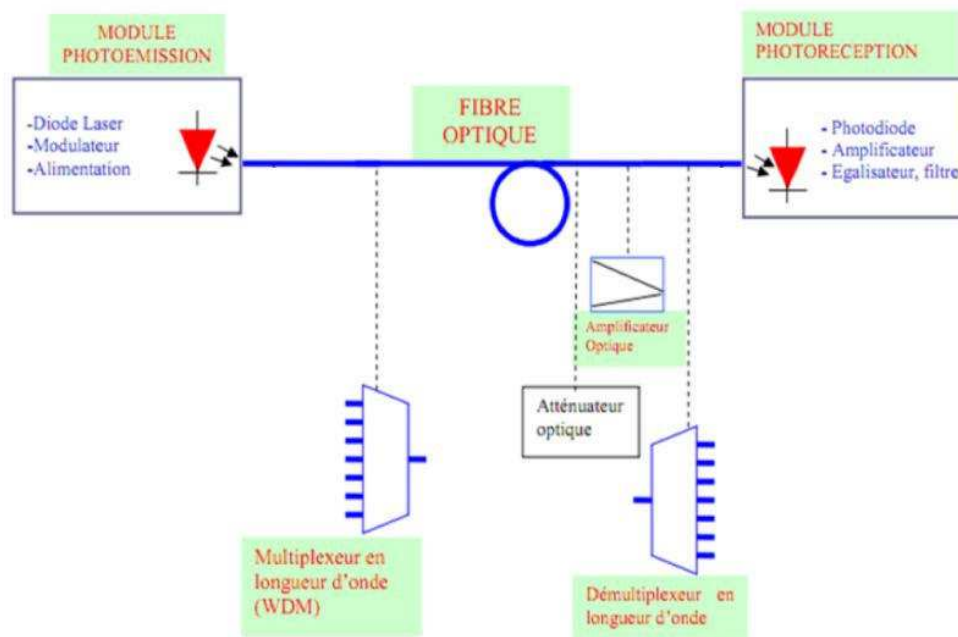


Fig. 1.1: Schéma synoptique d'un système de communication optique.

1.2.1. Module d'émission

Le module d'émission optique est conçu spécifiquement pour la transmission par fibre optique voici un schéma bloc général des différents composants d'un émetteur optique

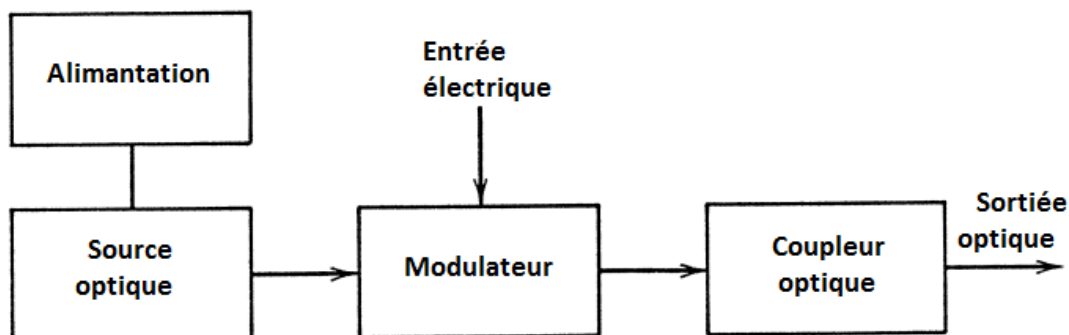


Fig.1.2: Composants d'un émetteur optique.

On peut distinguer deux sortes d'émetteurs optiques qui sont les plus utilisées dans une transmission par fibre optique:

1.2.1.1. La diode électroluminescente (LED)

Dans un semi-conducteur un atome excité est dans un état instable, il tend à revenir spontanément à son état fondamental en libérant la quantité (quantum) d'énergie qu'il a reçu sous la forme d'une radiation lumineuse (photon), cette émission est spontanée et produit une lumière incohérente, c'est le principe des LED.

-Caractéristiques d'une LED standard

- Rendement de l'ordre de 0.03mW/mA.
- Courant maximum de fonctionnement conseiller 100-200mA.
- Spectre large est continu de l'ordre de 40-100 nm à mi-hauteur.

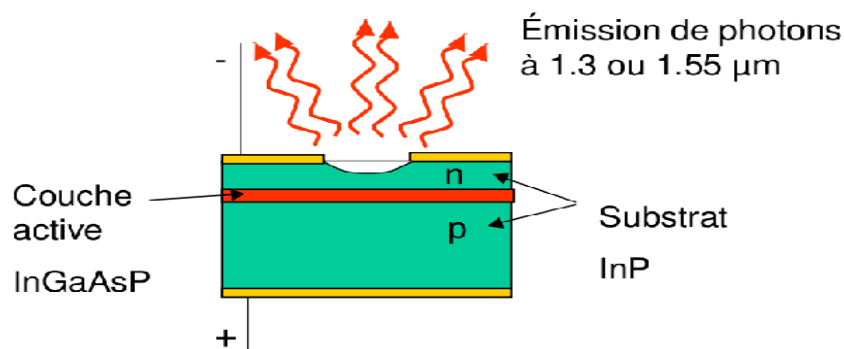


Fig.1.3: Structure d'une LED.

1.2.1.2. Diode LASER

Son principe est basé sur l'émission stimulé qui génère de la lumière cohérente. Pour favoriser cette émission il faut suffisamment de systèmes (électrons/trous) dans l'état excité c'est à dire inversion de population par pompage optique ou électrique, il faut aussi obliger l'énergie lumineuse à s'accumuler dans une cavité résonante de type Fabry-pérot. Tout les types de LASER comportent un milieu amplificateur et une boucle de contre réaction.

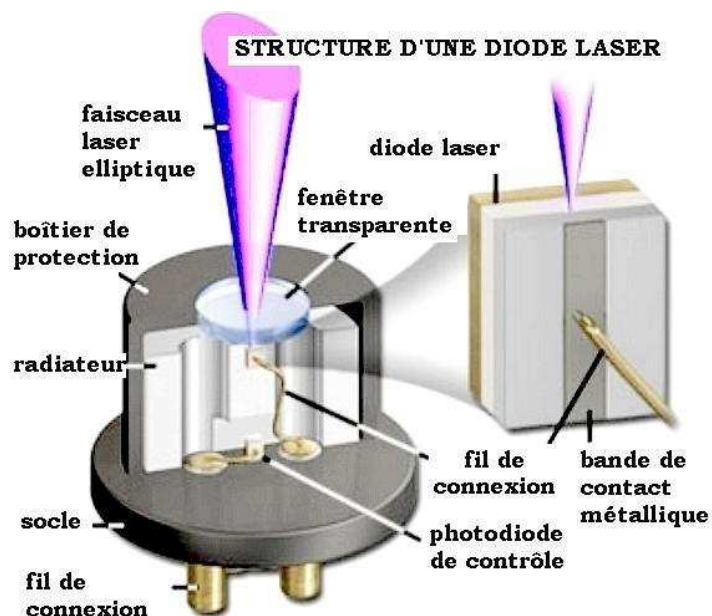


Fig.1.4: Structure d'un laser a semi-conducteur.

1.2.1.3. Modulation optique

Comme toute modulation le principe est toujours le même, encapsuler le signal à transmettre dans un autre signal porteur (signal modulé/signal modulant) dans le but de transmettre l'information.

dans le domaine optique on effectue une conversion de l'information de l'électrique à l'optique.

-Modulation directe

La modulation se fait sur l'alimentation de l'émetteur (LED, LASER), donc c'est la source optique qui fait la modulation et la conversion électrique optique simultanément cette méthode est accompagnée d'un inconvénient qui est la dispersion chromatique due à l'effet de la modulation de fréquence parasite (chirp) non voulue, l'élargissement de l'impulsion s'accroît avec la longueur de la fibre.

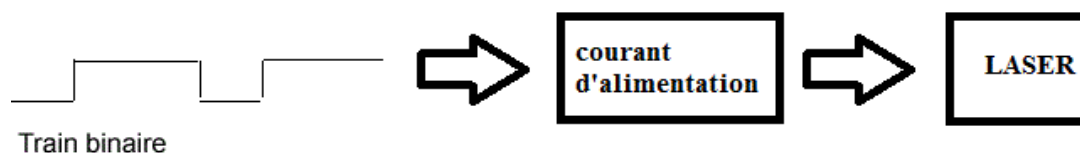


Fig.1.5: Modulation directe.

- Modulation externe

Cette modulation ne modifie pas le courant d'alimentation mais le signal lumineux continue provenant de la source c'est à dire un circuit injecte les données en modifiant la phase et/ou l'amplitude. ce genre de modulation réduit le phénomène chirp mais en conséquence la puissance du signal est abaissée.

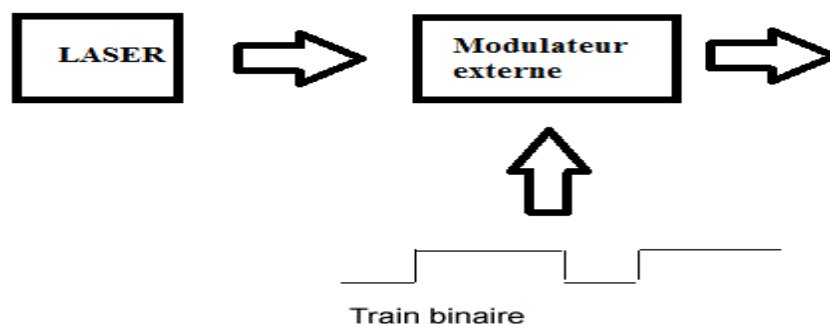


Fig.1.6: Modulation externe.

1.2.1.4. Multiplexage

Le signal à envoyer est un signal multiplex c'est à dire des flux d'origine diverses ceci pour profiter pleinement de la capacité de transmission du canal, vu la concentration des flux, la séparation temporel, spatial ou fréquentiel est nécessaire pour conserver l'intégrité de chaque signal.

-Le multiplexage temporel (TDM)

Le multiplexage temporel consiste à diviser le canal en plusieurs périodes, ces périodes eux même sont divisées en intervalle de temps (time slot), chaque flux est associé à un slot, ce dernier n'est autorisé à passer que pendant son slot à chaque période .

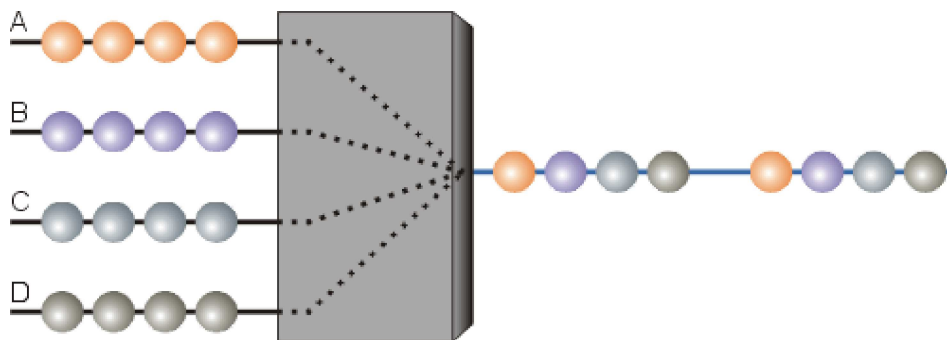


Fig.1.7: Exemple de multiplexage temporel.

-Multiplexage en longueur d'onde (WDM)

Les différents signaux sont injectés simultanément à condition que leur longueur d'onde soit différente, nommée aussi DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing) lorsque l'espacement utilisé entre les canaux est inférieur ou égale à 0.8nm. La technique WDM/DWDM permet de multiplier la capacité de la fibre par le nombre de longueur d'onde qu'elle transporte.[1]

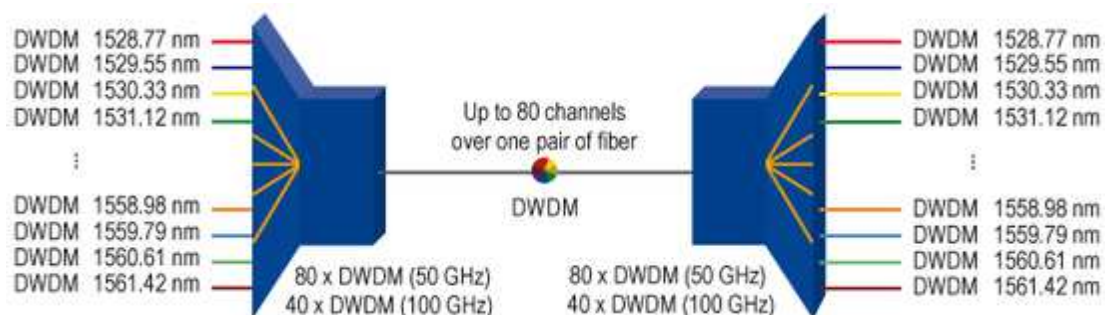


Fig.1.8: Exemple de multiplexage DWDM.

L'avancement des deux techniques a abouti sur l'utilisation mixte de ces deux dernières dans la même transmission dans le but d'élargir la capacité et la flexibilité des réseaux à fibre optique, grâce à cette méthode on peut:

- Dédier des fréquences à différents clients.

- Louer des longueurs d'ondes individuelles au lieu des fibres complètes.
- Etendre les parties de leurs réseaux(exp: l'entrecroisement d'anneaux multiples entre deux nœuds).

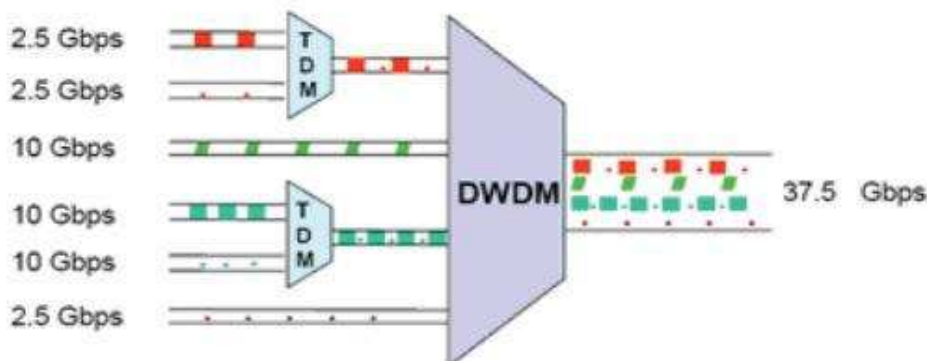


Fig.1.9: Exemple de multiplexage TDM/WDM.

1.2.2. Support de transmission (fibre optique)

Une fibre optique est un guide d'onde diélectrique sous forme cylindrique qui exploite les propriétés réfractrices de la lumière. la figure 1.10 illustre un schéma général d'une fibre optique.

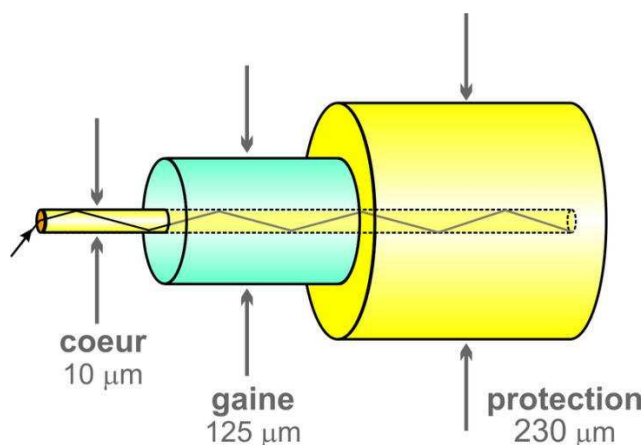


Fig.1.10: Schéma général des différentes couches d'une fibre optique.

1.2.2.1 Les différentes couches d'une fibre optique

-Cœur(core)

Composé de silice (SiO_2), le quartz fondu ou du plastique si la couche la plus importante en terme de transmission optique qui permet de guider l'information d'un bout à l'autre comme tout milieu ce dernier a un indice de réfraction appelé n_c .

-Gaine optique (cladding)

Elle est composée des mêmes matériaux que le cœur, son indice de réfraction est inférieur à celui du cœur $n_c < n_g$ ce qui permet la réflexion de la lumière entièrement tout au long de l'interface cœur gaine (phénomène de réflexion total interne), la gaine optique n'est

pas destinée à transmettre de la lumière donc il n'est pas nécessaire que ces propriétés soit aussi bonnes que celles du cœur.

Le cœur et la gaine constituent la partie optique qui canalise et propage la lumière.

-Revêtement primaire (coating)

C'est une couche de protection mécanique elle sert aussi à la flexibilité de la fibre et facilite la manipulation, elle permet aussi le contact de la fibre avec des supports sans perturber le fonctionnement de la partie optique généralement en plastique silicone.

1.2.2.2. Types des fibres optiques

On distingue deux types de fibres optiques selon le diamètre du cœur:

a) Fibre monomode

Caractérisée par un faible diamètre du cœur de l'ordre de $10\mu\text{m}$, ce diamètre étroit favorise un trajet suivi par la lumière quasiment rectiligne et permet de minimiser l'atténuation et les perturbations des signaux, elle sont dédiés aux réseaux métropolitains à longue distance (MAN, WAN), de plus la bande de fréquence peut atteindre plusieurs GHz.

b) Les fibres multi-modes

Les fibres multi-modes dont la grande largeur du cœur (environ $50\mu\text{m}$) permet l'injection simultanée de la lumière selon différents angles, souvent utilisés dans des réseaux LAN.

En multi mode on a deux types de fibres selon le profil d'indice.

-Fibre à saut d'indice (Step index)

L'indice de réfraction change brutalement à l'interface cœur gaine, c'est le saut qui provoque la réflexion totale du rayon lumineux. le guidage se fait en dents de scie, l'importante section du cœur provoque une grande dispersion du signal ce qui génère une déformation du signal reçu.

-Fibre à gradient d'indice (Graded index)

L'indice du cœur n'est pas constant mais possède une symétrie autour de l'axe, l'indice est modifié de sorte a créé un gradient d'indice ce qui permet le guidage de la lumière, les différences de temps de propagation sont réduites et les écarts entre chemins optiques sont diminués, les fibres à gradient d'indice ont été conçus afin de minimiser l'effet de la dispersion intermodal sans trop réduire l'ouverture numérique dans la puissance couplée.

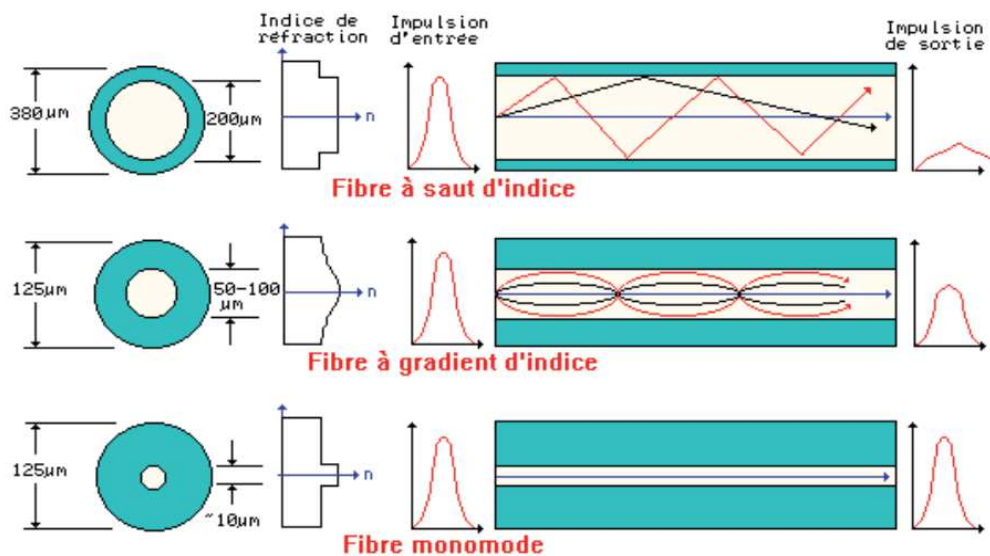


Fig.1.11: Schéma de comparaison du diamètre, indice et la propagation dans les types de F.O.
Le tableau suivant est un tableau comparatif entre les différents types de fibres.

Structure	Avantages	Inconvénients	Applications pratiques
F.O Monomode	-Grande bande passante -Atténuation très faible -Faible dispersion	-Prix élevé	-Communication longue distance
F.O Multi-mode a saut d'indice	-Grande ouverture numérique -Connexion facile -Faible prix -Facilité de mise en œuvre	-Perte, dispersion et distorsion élevés du signal	Communication courte distance réseaux LAN
F.O Multi-mode a gradient d'indice	-Bande passante raisonnable -Bonne qualité de transmission	-Difficile à mettre en œuvre	-Communication courte distance et moyenne distance (LAN,MAN)

Tableau.1.1: Récapitulatif de comparaison entre les différents types de F.O .

1.2.2.3. Caractéristiques d'une fibre

-L'indice de réfraction

L'indice de réfraction est une grandeur caractéristique sans dimension des propriétés optiques d'un matériau, il conditionne le chemin parcouru par le signal dans la fibre optique, il est obtenu en divisant la célérité de la lumière dans le vide ($C=3 \times 10^8$ m/s) par la vitesse de cette même onde dans ce milieu (V).

$$n = \frac{c}{v} \quad (\text{Eq1.1})$$

- La loi de la réfraction (SNELL-Descartes)

A la surface de séparation de deux milieux les rayons lumineux obéissent aux lois de SNELL-Descartes .

$$n_1 \sin(i_1) = n_2 \sin(i_2) \quad (\text{Eq 1.2})$$

$$i_1 = r$$

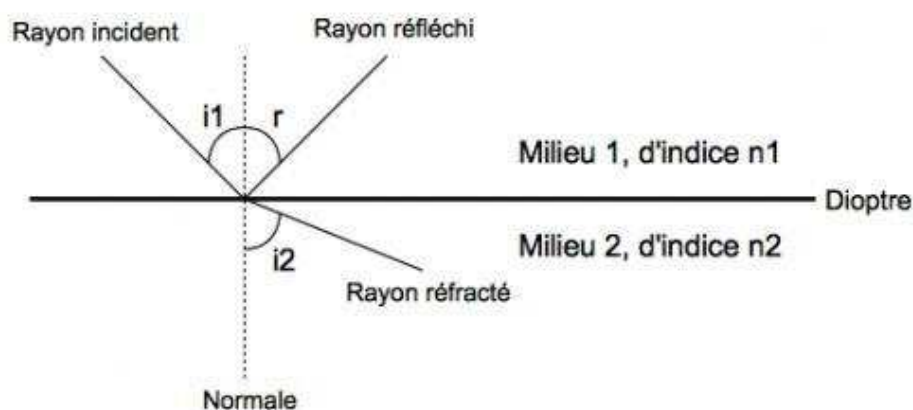


Fig.1.12: Schéma de réfraction et réflexion de la lumière sur un dioptré.

La propagation de la lumière dans une fibre demande la réflexion total des faisceaux lumineux dans le cœur pour ne pas perdre l'information, pour cela vient la loi de réflexion total, qui exige un angle limite a partir du quel on obtient ce genre de réflexion.

on peut définir cet angle par l'équation suivante:

$$\sin(i_{\text{limite}}) = \frac{n_2}{n_1} \quad (\text{Eq 1.3})$$

-L'ouverture numérique (ON)

La propagation des rayons lumineux dans la fibre implique une condition sur l'inclinaison du rayon incident (injecté), l'angle d'incidence critique ou l'angle d'acceptation (α) est l'angle au delà du quel le rayon n'est pas transmit dans la fibre.

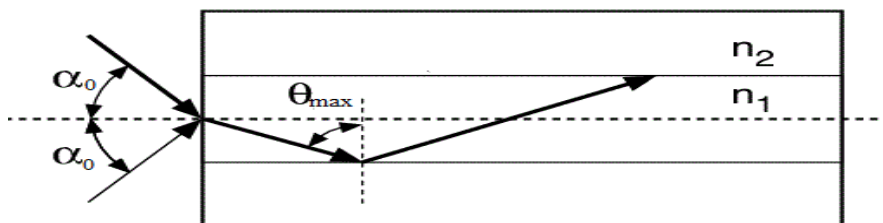


Fig1.13:Schéma de l'ouverture numérique.

$$\sin(\alpha_{0max}) = \frac{1}{n_0} \sqrt{n_1^2 - n_2^2} \quad (\text{Eq 1.4})$$

$$\sin(\alpha_{0max}) = ON \quad (\text{Eq 1.5})$$

- La différence relatif d'indice (Δ)

Soit n_1 et n_2 respectivement les indices de réfraction du cœur et de la gaine de la fibre, on définit l'indice relatif de la fibre comme suite:

$$\Delta = \frac{n_1^2 - n_2^2}{2n_1^2} \quad (\text{Eq 1.6})$$

Dans le cas ou la différence d'indice entre le cœur et gaine est faible ($\Delta \ll 1$) on utilise l'approximation suivante :

$$\Delta \approx \frac{n_1 - n_2}{n_1} \quad (\text{Eq 1.7})$$

-La fréquence normalisée (v)

la fréquence normalisée est un paramètre essentiel du guide diélectrique, il détermine le nombre de modes pouvant se propager dans la fibre et peut être écrit en fonction de l'indice relatif comme suite :

$$v = \frac{2\pi}{\lambda} a n_1 \sqrt{2\Delta} \quad (\text{Eq 1.8})$$

*si $v < 2.405$ on ne peut transmettre qu'un seul mode dans la fibre (fibre monomode).

-Le nombre de modes(M)

Un nombre de propagation est un angle de rayon lumineux par rapport à l'axe de propagation de la fibre, chaque mode représente une solution de l'équation de MAXWELL , le nombre de modes de propagation noté M correspond donc au nombre d'angles admissibles dans la fibre.

a) Dans le cas d'une fibre à saut d'indice:

$$M = \frac{v^2}{2} \quad (\text{Eq 1.9})$$

b) Dans le cas d'une fibre à gradient d'indice:

$$M = \frac{v^2}{2} \cdot \frac{\alpha}{\alpha + 2} \quad (\text{Eq 1.10})$$

-Bande passante

La bande passante est la quantité de données qu'on peut transmettre pendant un intervalle de temps (b/s), elle désigne aussi la largeur de l'intervalle de fréquence utilisable sur un support, elle est exprimée en (Hz).

la fibre optique est un filtre passe bas, la bande passante (à -3dB) est égale à la fréquence de coupure haute et dépend de la dispersion totale, cette dernière étant proportionnelle à la longueur de la fibre, la bande passante diminuera donc avec cette longueur

$$F = \frac{0.44}{\sigma_{tot}} \quad (\text{Eq 1.11})$$

$$\sigma_{tot}^2 = \sigma_c^2 + \sigma_m^2 \quad (\text{Eq 1.12})$$

Avec σ_c, σ_m : dispersion chromatique et modale .

1.2.2.4 Limitations optiques**-Atténuation**

Exprimée en décibels dB elle représente la diminution de la puissance du signal sur une ligne de longueur L(Km) ,en générale l'atténuation est définie par la relation suivante:

$$\alpha \left(\frac{dB}{Km} \right) = \frac{\alpha_{tot}(dB)}{L(Km)} \quad (\text{Eq 1.13})$$

Tel que α_{tot} et le coefficient d'atténuation :

$$\alpha_{tot}(dB) = 10 \cdot \log \frac{p_e}{p_s} \quad (\text{Eq 1.14})$$

Avec p_e, p_s :puissance d'émission et de réception .

Au cours de la propagation dans la fibre ,la puissance décroît selon la loi suivante :

$$p(Z) = P_{in} \cdot e^{-\alpha Z} \quad (\text{Eq 1.15})$$

Tel que P_{in} :puissance incidente , α :coefficient d'atténuation (Neper/m).

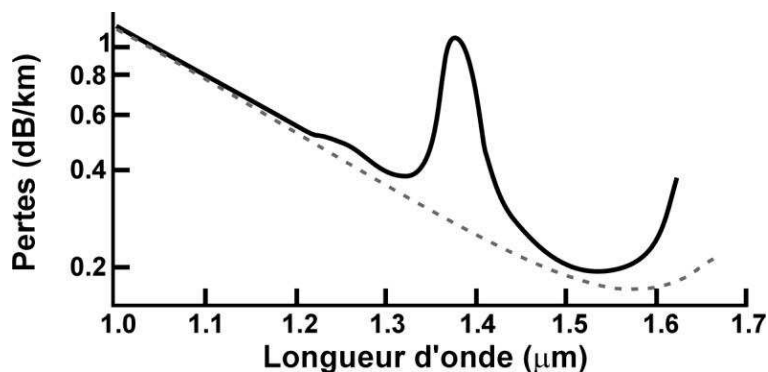


Fig.1.14:Atténuation dans les fibre.

- Dispersion

Les impulsions optiques subissent des élargissements temporels pendant la propagation car elle ne sont pas strictement monochromatiques et leur composantes spectrales ne se propagent pas à la même vitesse.

a)Dispersion modale

L'injection d'une impulsion génère une multitude de rayons (mode),ces rayons suivent des chemins différents causons un décalage de temps entre eux (différence de distance parcouru).

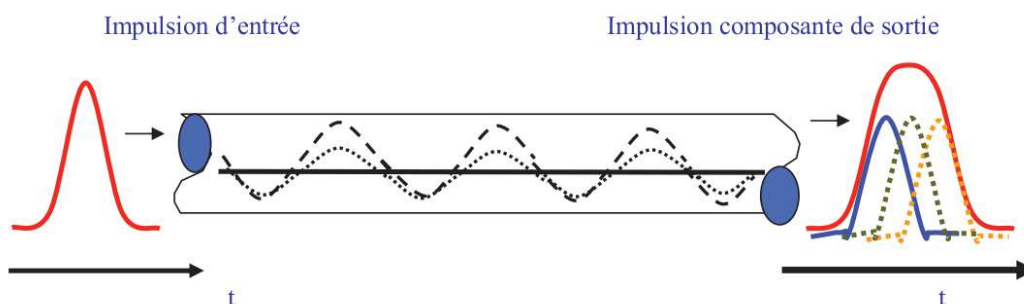


Fig.1.15:Dispersion modale.

b) Dispersion chromatique

La vitesse de propagation moyenne d'une impulsion est égale à la vitesse de groupe du mode fondamental. le problème vient de ce que le temps de propagation de groupe varie avec la longueur d'onde. Or les sources de rayonnement lumineux ne sont pas rigoureusement monochromatiques. il y a deux causes à prendre en compte:

- L'indice qui varie en fonction de la longueur d'onde (dispersion matériau).
- La vitesse de groupe qui varie avec la longueur d'onde (dispersion guide d'onde).[2]

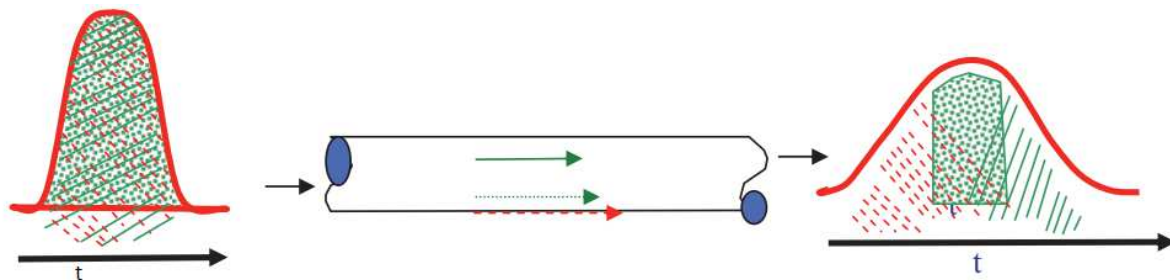


Fig.1.16: Dispersion chromatique.

1.2.2.5. Amplification

Les amplificateurs doivent répondre à des critères sévères: faible consommation électrique, insensibilité à la polarisation, faible bruit, faible perte de couplage.

il ya deux sortes d'amplificateurs:

-Amplificateurs électroniques

Un circuit complexe qui réalise deux conversions et une amplification, son principe est simple, convertir le signal optique en un signal électrique l'amplifie et le reconverti en un signal lumineux semblable au signal détecté par l'intermédiaire d'un LASER.

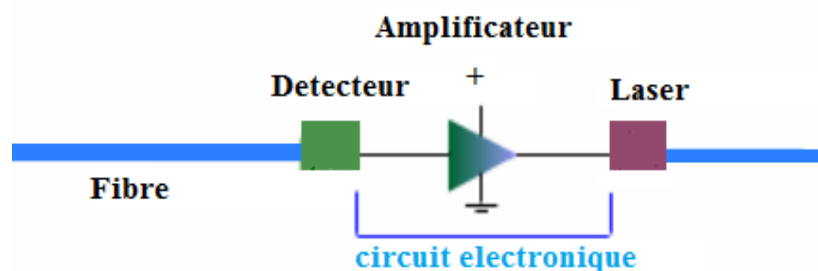


Fig.1.17: Schéma de principe d'un amplificateur électronique.

-Amplificateurs optiques

Pour le moment les amplificateurs à fibre dopés à l'erbium (Erbium Doped Fiber Amplifier) sont les seuls à répondre aux exigences. Ils permettent de contrôler la puissance des signaux transmis et de compenser les pertes sans conversion optoélectronique grâce à un mécanisme de transfert de puissance entre une pompe optique et le signal transmis dans la fibre dopée à l'erbium.

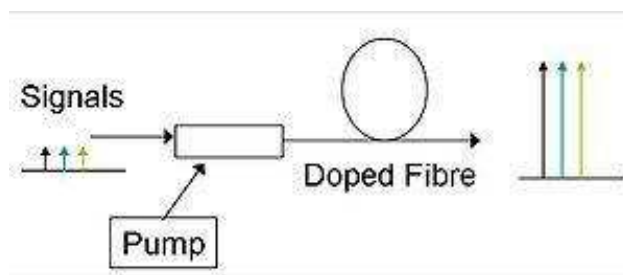


Fig.1.18: Schéma de principe d'un amplificateur optique.

1.2.3. Module de réception

La détection à la sortie de la fibre se fait par des photos détecteurs qui font la conversion du signal optique à un signal électrique.

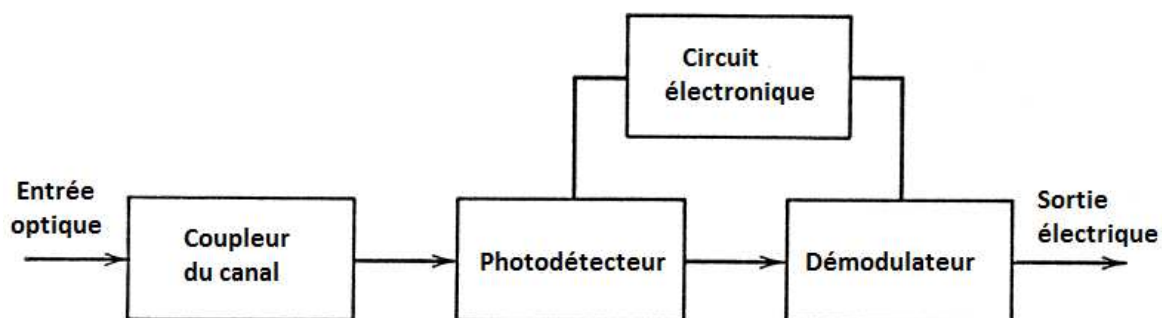


Fig.1.19: Composants d'un récepteur optique.

1.2.3.1. Photo diode PIN

La structure PIN (P^+ Intrinsèque N^-) est un semi-conducteur polarisé en inverse ce dernier est réalisé par la superposition de plusieurs matériaux soit homogènes ou hétérogènes, en caractéristique il doit avoir une très grande sensibilité et un rendement élevé.

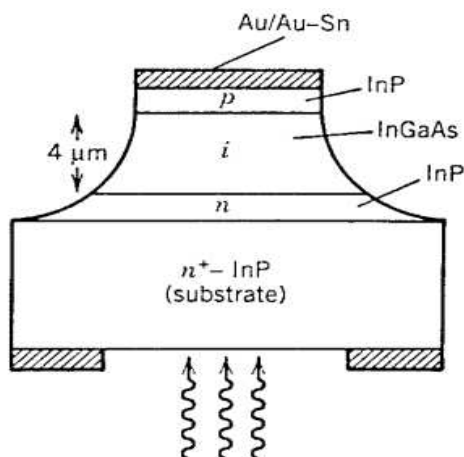


Fig.1.20: Structure d'une photodiode PIN.

1.2.3.2. Photo diode à avalanche (APD)

Ce genre de photo diode est utilisé lorsqu'on a affaire à des courants très faibles (nA) due à des puissances lumineuses très faibles à la réception (nW).

la structure de l'APD est une jonction PN abrupte qu'on peut utiliser pour réduire l'influence du bruit propre au circuit sur la dégradation du rapport signal sur bruit S/B.

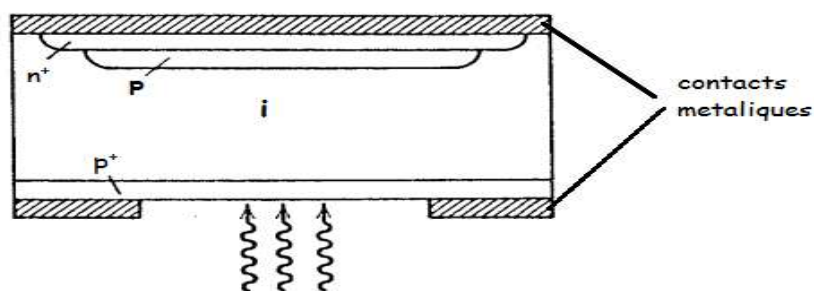


Fig.1.21: Structure d'une photodiode ADP.

1.2.3.3. La détection

La récupération du signal est une partie délicate, elle nécessite des techniques de détections fiables pour ne pas endommager ou perdre l'information, on distingue deux types de détection :

-La détection directe

Elle permet de reconstituer le signal à la réception en se basant juste sur l'intensité du signal, cette détection est la plus utilisée mais elle n'est compatible qu'avec la modulation d'amplitude, et l'augmentation du nombre d'états entraîne une dégradation de performance en plus de cela elle a des inconvénients comme la réduction de l'efficacité spectrale et la perte de l'information contenue dans la phase est irréversible [3].

-la détection cohérente

Il y a deux types de détection cohérente, hétérodyne et homodyne dans ce genre de détection on ajoute un oscillateur couplé en amont du détecteur et on fait battre l'oscillateur avec le signal incident, si la fréquence de l'oscillateur est la même que celle du signal la détection est appelée homodyne, si non c'est une détection hétérodyne, le signal détecté est filtré dans un filtre centré autour de la fréquence intermédiaire.

La réception homodyne apporte un gain de 3 dB par rapport à l'hétérodyne par contre la mise en œuvre d'oscillateur avec un spectre pure est difficile.[3]

1.3. Les critères de qualité d'une transmission par fibre optique

Pour toute transmission il y a des mesures et des critères qu'ils faut prendre en compte pour déterminer son efficacité et ses performances, dans une transmission optique ces critères sont:

1.3.1. Le diagramme de l'œil

Son nom est obtenu depuis le motif qui le constitue, ce dernier est une suite des yeux encadrés par deux rails horizontaux, permet d'une manière très simple d'apprécier la qualité des signaux numériques reçus avant qu'ils n'atteignent le dispositif de démodulation. Il s'agit d'une des mesures de base en transmission numérique. D'une manière générale plus l'œil est ouvert (minimum de distorsion d'onde de signal) plus la qualité de transmission est bonne, un œil fermé est due soit au bruit ou a des interférences inter-symbole.

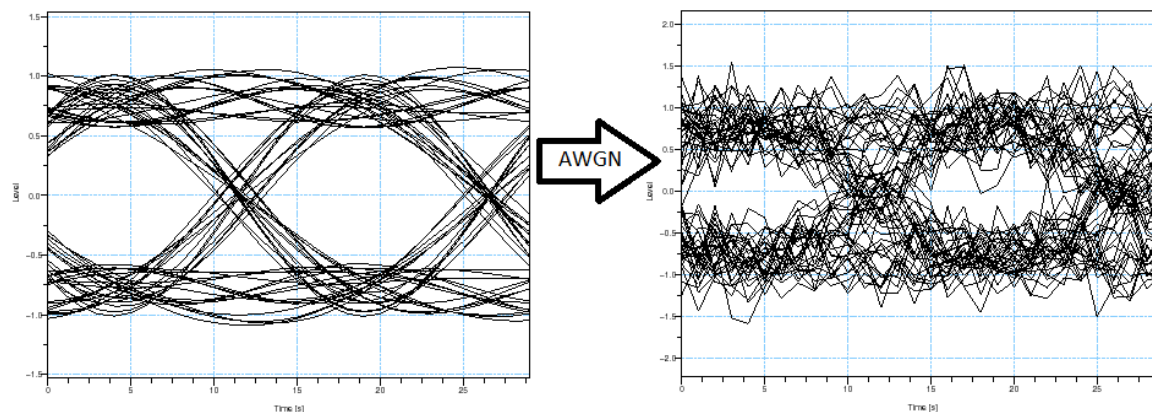


Fig.1.22:Diagramme de l'œil avant et après un canal à AWGN.

1.3.2. Le taux d'erreur binaire (BER)

Défini comme étant le rapport entre le nombre de bits erronés sur ceux qui sont envoyés, il joue un rôle primordial dans la qualité d'une transmission en fait ce rapport signifie la comparaison entre les séquences envoyées et reçues donc plus le BER est petits

plus les performances sont nickels en général un bon système de transmission requiert moins d'une erreur tous les 10^{12} bits.[9].

$$BER = \frac{nbr_{d'erreur}}{nbr_{bits\ transmis}} \quad (\text{Eq 1.16})$$

1.3.3. Le facteur de qualité Q

Dédié à l'abstraction des imperfections aux niveaux des équipements d'émission et de réception et basé sur le calcul de taux d'erreur binaire sa relation et comme suite :

$$BER = \frac{1}{2} \operatorname{erfc}(Q/\sqrt{2}) \quad (\text{Eq 1.17})$$

Avec:
$$\operatorname{erfc}(x) = 2/\sqrt{\pi} \int_x^{+\infty} e^{-y^2} dy$$

1.3.4. Diagramme de constellation

Ce diagramme est une représentation bidimensionnelle complexe de la modulation numérique d'un signal. Les points dans le plan complexe sont les images des symboles présents à un instant donné d'échantillonnage résultant de la modulation, la représentation complexe des symboles permet de transmettre un symbole en modulant deux porteuses de même fréquence avec ces composantes (porteuse en quadrature), le diagramme de constellation est souvent utilisé pour l'identification de type des interférences ou de la distorsion dans un signal.[3]

1.4. Les réseaux optiques

Les réseaux optiques permettent de transporter des signaux sous forme optique et non électrique, Les avantages de ces réseaux sont nombreux telle que la bande passante et la qualité des transmissions, ces réseaux peuvent être divisés en deux catégories: réseaux tout optiques (transparents) et réseaux non tout optiques (hybrides).

1.4.1. Réseaux tout optiques

Cette catégorie ne possède que des équipements optiques, c'est à dire la lumière est routée sous sa forme originale et ne subira pas de conversion optique électrique jusqu'à la réception, donc nul besoin d'équipement électrique et l'absence de mémoire pour stocker les paquets. ce type de réseaux coute très cher.

1.4.2. Réseaux non tout optiques

Les réseaux optiques d'aujourd'hui convertissent et traitent les paquets en électronique, d'ou le besoin de mémoire stock pour ne pas perdre les paquets est nécessaire, les équipements utilisé dans ce genre de réseaux existe depuis plusieurs années ce qui diminue le cout de leur réalisation.

1.5. Pourquoi utiliser une transmission à fibre optique?

- Pertes très faibles: en fonction du type de fibre l'atténuation du signal peut atteindre 0.2 dB/km pour une longueur d'onde de 1.55 μ m et environ 0.35 dB/km pour 1.3 μ m ce qui correspond à une diminution de la puissance de 50% après 15 km et 8.6 km respectivement cela permet de réaliser des communications optiques sur des distances supérieures à 100km sans amplification intermédiaire, en diminuant ainsi le nombre d'amplificateurs intermédiaires, en augmentant la fiabilité du système et en réduisant le cout de maintenance et d'achat.
- Une bande passante très grande: la fibre optique permet d'atteindre des capacités de transport bien plus élevées que le cuivre. les bandes passantes typiques sont de 200 à 600 MHz.km pour des fibres multi modes, et $B_p > 10$ GHz.km pour des fibres monomodes, comparées à 10 à 25 MHz.km pour des câbles électriques usuels.
- Immunité au bruit: les fibres optiques sont des isolants (diélectriques) la transmission dans la fibre ne sera pas donc perturbée par des signaux électromagnétiques externes il n'est pas donc nécessaire de prévoir un blindage électromagnétique couteux, cela représente un avantage particulièrement important dans les environnements industriels.
- L'absence de rayonnement à l'extérieur: la lumière est confinée à la fibre optique, par conséquence il n'est pas possible de détecter le signal entre l'émetteur et le récepteur ce qui garantie la confidentialité de la communication, de plus par son caractère isolant la fibre optique ne rayonne pas des ondes électromagnétiques donc elle ne crée pas des perturbations dans son voisinage .

- Absence de diaphonie: pour la même raison le problème de diaphonie (passage du signal d'un câble vers un câble voisin) bien connue dans les communications par cuivre n'existe pas en fibre optique
- Isolation électrique: comme les fibres optiques sont isolants les contacts accidentels entre deux fibres ne provoquent pas des courts circuits et donc pas de dégâts électroniques associés.
- Résistance aux températures élevées et aux produits corrosifs: la fibre de verre résiste mieux aux produits corrosifs que le cuivre de plus les fibres en verre peuvent supporter des températures élevées ce qui permet de résister au feu plus longtemps que des câbles en cuivre.
- Poids et dimensions réduites: le poids très faible de la fibre par rapport au câble en cuivre de la même capacité leur donne un avantage économique lors de l'installation.

1.6. Les applications des fibres optiques

Il existe plusieurs applications de la fibre optique, on peut citer :

- Transmissions numériques haut débit (connexion IP, téléphonie, télévision,...)
- Réseaux nationaux et internationaux de télécommunication.
- Réseaux locaux en environnement bruité.
- La supervision en longue distance (pipelines, autoroute, BTS...)
- La médecine exemple d'un l'endoscope en gastro-entérologie, chirurgie laser interne comme support de faisceau laser.
- Dans les luminaires décoratifs à variation de couleur.
- Domaine militaire: la fibre optique répond aux besoins des lances missiles optiques, des systèmes de radars optiques ainsi que des systèmes de contrôles.

1.7. Conclusion

Dans ce premier chapitre, nous avons cité les différents composants d'une chaîne de transmission optique avec leurs caractéristiques, leurs limitations et les différentes techniques et opérations effectués lors d'une transmission optique, nous avons énuméré les critères de qualité qu'il faut prendre en compte. A la fin de ce chapitre nous pourrions conclure que les communications à fibre optique représentent le moyen le plus fiable et le moins coûteux par rapport aux autres communications existantes déjà, en termes d'enjeux économiques et techniques vu les avantages qu'elles apportent aux progrès des télécommunications et à l'amélioration du confort vital des usagers.

2.1. Introduction

Les fibres optiques ont apporté beaucoup d'avantages dans la vie multimédia, ils ont contribué à l'ouverture de nouveaux horizons et à résoudre les différents problèmes des anciens réseaux ainsi ils permettent de développer des réseaux de nouvelle génération hybride ou complètement optique (FTTx) c'est derniers poussent le domaine des télécommunications vers de nouvelles perspectives.

Dans ce chapitre, nous allons faire une illustration générale des réseaux NGN et une description des nouvelles technologies et équipements utilisées pour la modernisation et la simplification des anciens réseaux en passant par les différentes étapes de la migration RTC vers NGN et en se concentrant sur les nouveaux réseaux MSAN et FTTH.

2.2. Réseaux NGN

2.2.1. Définition

NGN qui signifie prochaine génération de réseaux (New Generation Network), définie par l'UIT comme un réseau en mode paquet qui permet l'accès à de multiples services (voix, données, visiophonie, vidéo, TV...) sur différentes technologies d'accès fixes/mobiles. dans les réseaux NGN le protocole internet (IP) est la base, il peut être l'intégrateur universel des services pour le fixe et le mobile.

Le transport des services s'effectue sur le réseau IP ce qui rend l'internet public un service assuré par l'NGN.

L'accès à ce genre de réseau est variable et peut être sur différents supports, cuivre, voix radio ou fibre optique le choix du support dépend des besoins de l'utilisateur et du coût.

2.2.2. Pourquoi les NGN?

Les temps ont changé, le trafic des données est souvent plus fort que le trafic vocal ce qui favorise l'utilisation des réseaux IP à la place des vieux réseaux TDM pour cela il faut envisager des solutions qui consistent à élargir la bande passante des données, d'autre part l'augmentation des services et la variation des applications obligent les opérateurs à changer leurs réseaux qui ne sont plus compatibles avec les nouvelles tendances et besoins des usagers, donc la migration vers les NGN est le meilleur choix.

2.2.3. Architecture des NGN

Comme tout réseau les NGN ont une architecture prédéfinie qui les rend flexible et leur permet de fournir de multiples services sur des interfaces communes.

le NGN est généralement ordonné sur quatre couches.

-La couche d'accès

C'est l'ensemble des fonctions et équipements permettant de gérer l'accès des terminaux utilisateurs au réseau, selon la technologie d'accès et peut contenir par exemple des DSLAM, MSAN et MODEM.

-La couche de transport

Son rôle est d'acheminer le trafic voix ou données dans le cœur de réseau. à ce niveau le Media Gateway est le responsable de l'adaptation des protocoles de transport aux différents types de réseaux physiques disponibles (RTC, IP, ATM, ...).

-La couche de contrôle

Dans un réseau NGN cette couche a pour rôle de gérer et contrôler les différents services, le SoftSwitch est l'équipement le plus important à ce niveau car il gère et contrôle les services voix (serveur d'appel) qui gère l'ensemble des fonctions de contrôle des services en général, et de contrôle d'appel en particulier pour le service voix. l'équivalent de la fonction de commutation dans un réseau NGN. et l'équipement est appelé CSCF (Call Session Control Function).

- la couche services

Englobe les fonctions qui assurent les services dans le NGN, en générale elle est divisé en deux sortes d'équipements:

Les serveurs d'application SIP (Session Initial Protocol) qui gèrent des sessions multimédias et en particulier des services de voix sur IP, et des fonctionnalités nommées "enablers" qui ont comme rôle la gestion de l'information de présence de l'utilisateur susceptible d'être utilisé par plusieurs applications [4].

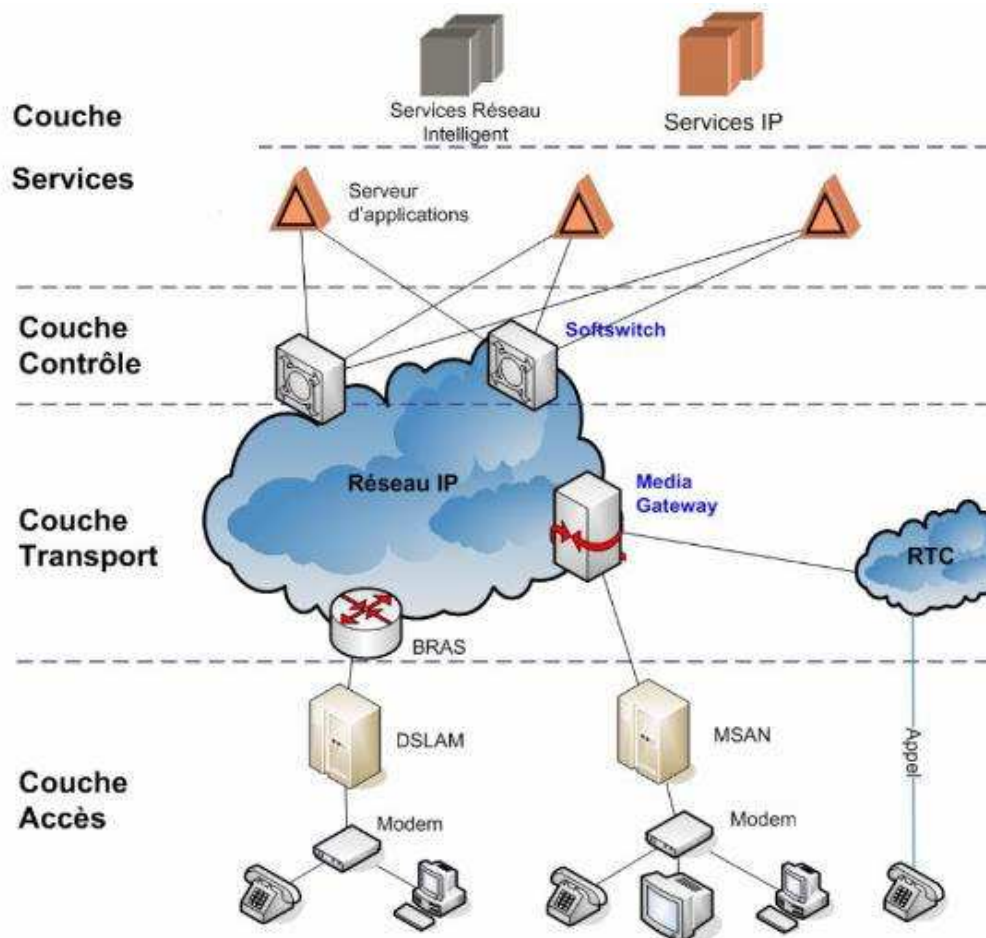


Fig.2.1: Différentes couches dans une architecture NGN

2.2.4. Types du réseau NGN

Divisé en trois types, deux NGN destinés au service de téléphonie ce sont des commutateurs de Classe 4 et Classe 5 qui représentent respectivement un centre de transit et un commutateur d'accès, le troisième type nommé NGN Multimédia représente la meilleure solution des réseaux NGN car contrairement aux deux premiers types il offre en plus de la téléphonie plusieurs autres services ce qui permet aux opérateurs de solliciter plus de clients et de varier les offres et les services dans un même réseau.

Le Class 4 NGN permet :

- Le remplacement des centres de transit téléphoniques (Class 4 Switch).
- La croissance du trafic téléphonique en transit.

Le Class 5 NGN permet :

- Le remplacement des centres téléphoniques d'accès (Class 5 Switch).
- La croissance du trafic téléphonique à l'accès.
- La voix sur DSL/ Voix sur le câble.

Le NGN Multimédia permet:

- Une offre des services multimédias à des usagers disposant d'un accès large bande tel que xDSL, câble, WiFi/WiMax, EDGE/UMTS, etc. [4]

2.2.5. Les Equipements actifs du réseau NGN [5]

Les réseaux NGN sont basés sur l'utilisation de plusieurs équipements dans les différentes couches pour remplacer les anciennes structures dans l'intérêt d'introduire l'IP, ATM ... dans le réseau. Techniquement ces équipements actifs des réseaux NGN se déclinent comme suit :

-Les Softswitchs

Dans une infrastructure NGN, un Softswitch n'est autre qu'un serveur informatique, doté d'un logiciel de traitement d'appels vocaux. le trafic voix est généralement mis en paquets par le media Gateway, et pris en charge par les routeurs de paquets du réseau de l'opérateur. un Softswitch va identifier les paquets voix, analyser leurs contenus pour détecter le numéro vers lequel ils sont destinés, confronter ces numéros avec une table de routage (qui indique ce que le Softswitch doit faire en fonction de chaque numéro), puis exécuter une tâche (par exemple transmettre ou terminer). Physiquement , un Softswitch peut être implanté sur un serveur dédié ou bien être installé directement sur un équipement différent comme un media Gateway ou un commutateur traditionnel TDM. Dans ce cas, on parlera d'architecture complètement distribuée.

-Les Media Gateway

Fonctionnent principalement comme médiateur entre les réseaux traditionnels TDM et les réseaux multiservices basés sur IP.

Les Media Gateway constituent le deuxième élément essentiel déployé dans un réseau NGN. Un Média Gateway peut se positionner entre le réseau de commutation de circuit et le réseau de commutation de paquets, la plupart du temps IP ou ATM, pour que ce trafic puisse ensuite être géré par le réseau NGN.

-Les MSANs

Les MSANs constituent une évolution naturelle des DSLAMs. un MSAN est un équipement qui constitue, dans la plupart des architectures de type NGN, un point d'entrée unique vers les réseaux d'accès des opérateurs à la différence d'un DSLAM, dans le châssis ne peut supporter que des cartes permettant de proposer des services de type xDSL, un MSAN peut supporter des cartes RNIS, Ethernet, FTTX, ou encore X 25. De ce fait, au sein d'un seul et même châssis, l'opérateur peut déployer toutes les technologies d'accès envisageables sur

son réseau. Le rôle de media Gateway peut dans certain cas <<embarquer>> au sein de ce MSAN et disparaître en tant que nœud de réseau dédié.

2.2.6. Services proposés par un NGN

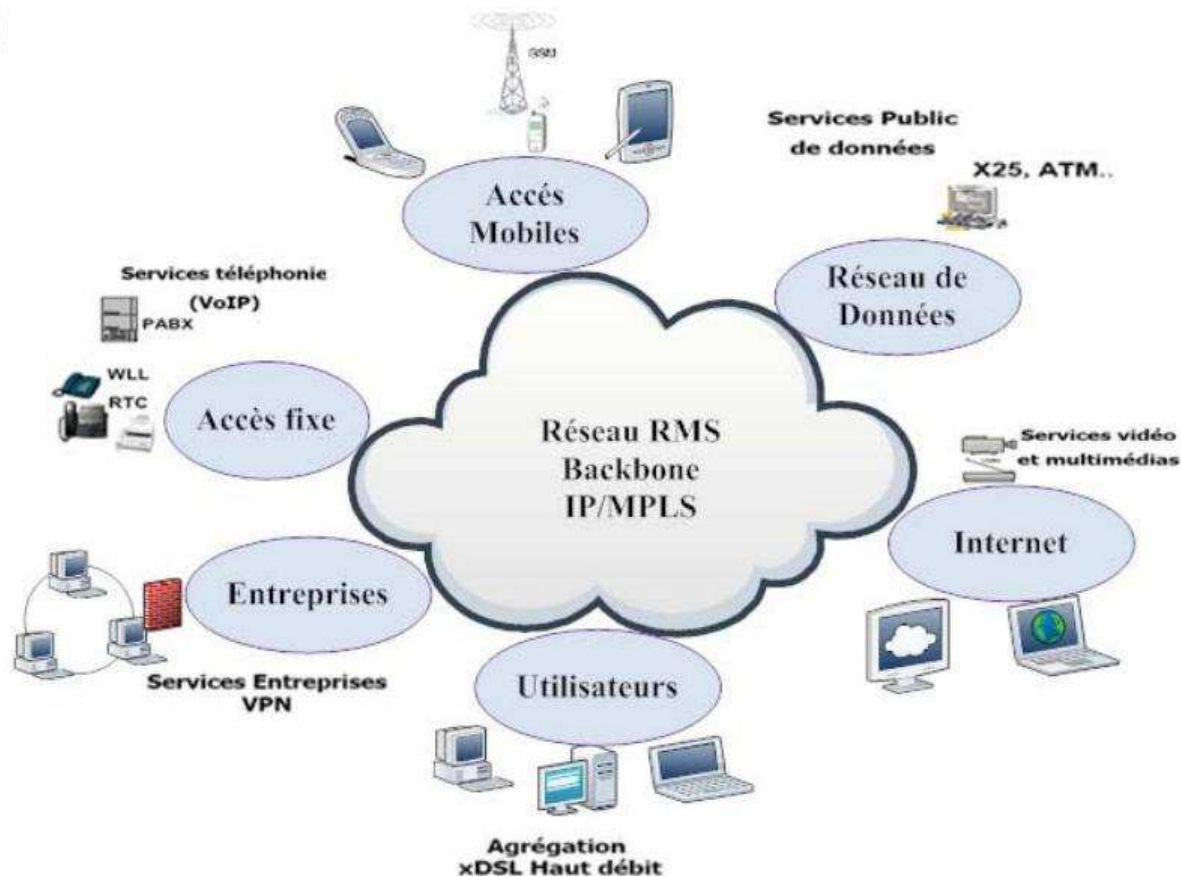


Fig.2.2: Services offerts par les réseaux NGN

Les réseaux NGN sont venus pour répondre aux différents besoins de la clientèle des opérateurs et pour garder à jour les réseaux vis à vis du développement des différentes technologies de communication , parmi les services proposés on peut citer ces derniers:

- L'interconnexion des réseaux d'opérateurs de téléphonie fixe type RTC et mobile type GSM, GPRS, EDGE et UMTS.
- Collecte et terminaison de trafic sur IP
- ADSL à haut débit.
- Services WiMAX et WLAN.
- Télédiffusion (IPTV).
- Service multi média (Vidéo à la demande, télémédecine,...).
- ébergement de services de sécurité [5].

2.2.7. La migration du RTC vers le nouveau réseau NGN

a) Migration du trafic téléphonique international sur IP [6]

Pour un opérateur souhaitant déployer une solution VoIP pour son trafic international il suffit d'implémenter :

- Un softswitch qui centralisera le contrôle des appels, le routage du trafic et la gestion des aspects de signalisation. Ce softswitch remplacera le (ou les) commutateur(s) de transit international TDM existant(s).
- Des passerelles média dans les PoP (Points de Présence) situés dans les pays où l'opérateur veut s'interconnecter au réseau national TDM.

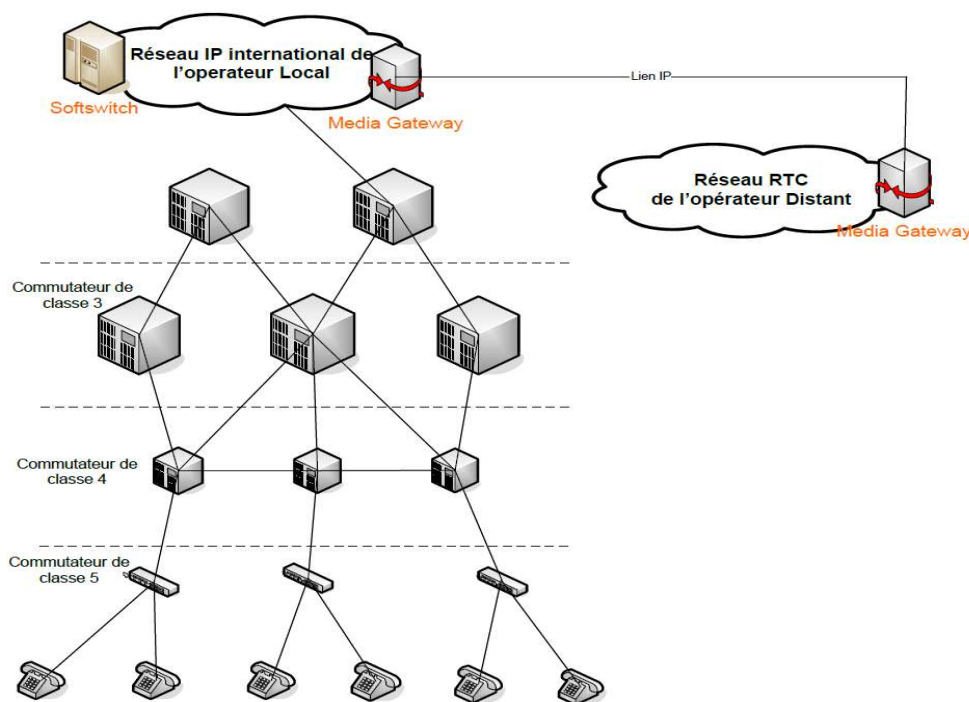


Fig.2.3: Migration de l'international vers le réseau IP.

b) Mise en place de solution NGN jusqu'au commutateur de classe 4

- Première étape

Au niveau national, l'approche est similaire sauf que ce sont les commutateurs de classe 3 et de niveau hiérarchique supérieur qui seront remplacés par un ou plusieurs Softswitchs et passerelles médias.

Evidemment les commutateurs TDM de classe 4 et 5 sont conservés et assurent la livraison des communications téléphoniques TDM de manière tout à fait classique aux abonnés.

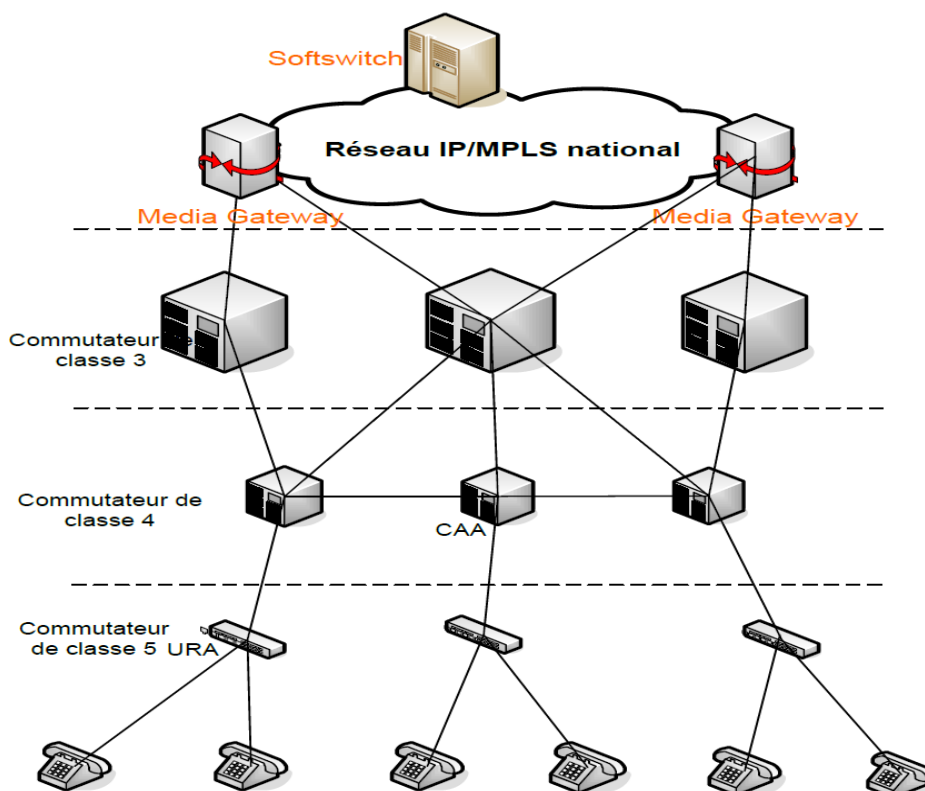


Fig.2.4:Migration du commutateur class 3 vers l' IP.

- Deuxième étape

Le trafic entre commutateurs d'abonnés TDM traditionnels est en fait détourné sur une infrastructure VoIP. Pour cela, l'opérateur connecte ses commutateurs d'abonnés à des Gateway VoIP et des Softswitchs de classe 4.

D'un point de vue architectural, il s'agit de la même solution que pour le scénario précédent à un niveau différent du réseau plus proche de l'abonné. En effet un commutateur de classe 4 ne diffère d'un commutateur de classe 3 ou de niveau hiérarchique supérieur uniquement que par sa capacité de traitement de données. Il n'intègre aucune intelligence réseau. Du coup, pour le réseau NGN, la différence se traduira uniquement par la nature de capacités supportées par les medias gateways et softswitchs. Cette étape permet en fait de fusionner les infrastructures longue distance voix et données sur une même épine dorsale IP.

A l'avenir, l'opérateur peut remplacer ses commutateurs locaux d'abonnés TDM par des softswitchs de classe 5.

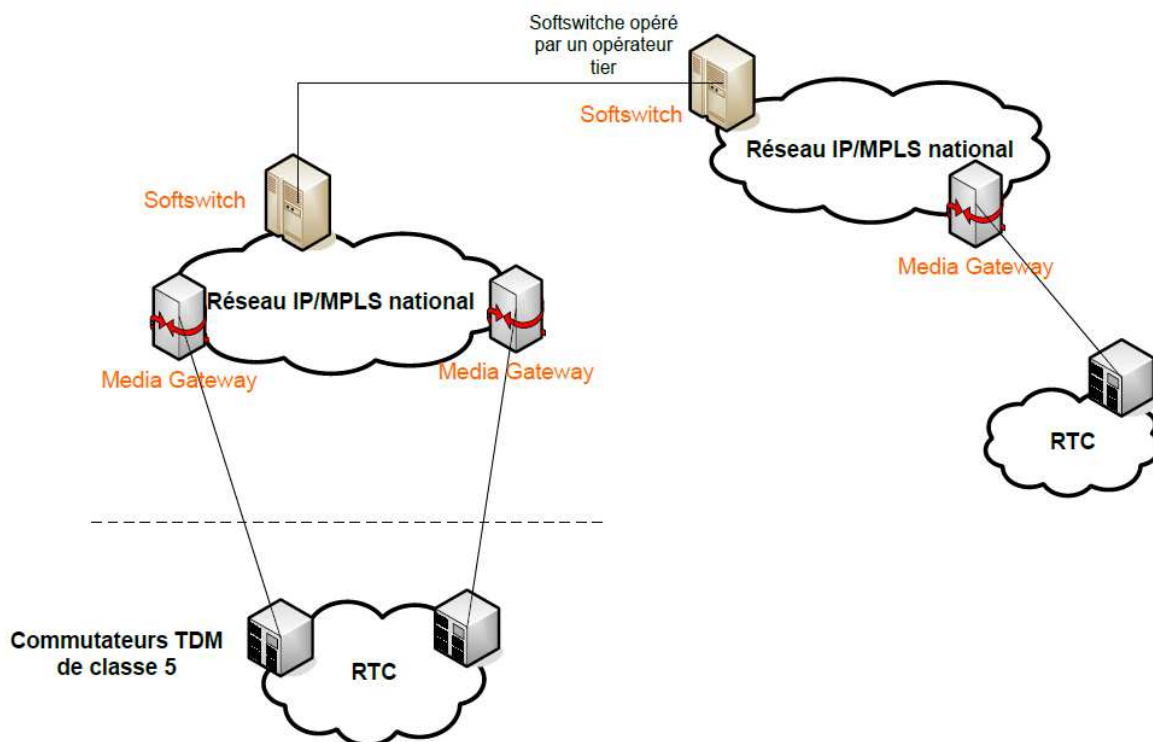


Fig.2.5: Migration du commutateur class 4 vers l'IP.

c) Mise en place de solutions NGN jusqu'au classe 5

Les commutateurs de classe 5 constituent le point de raccordement avec l'abonné pour la fourniture des services voix basiques. Toutefois, compte tenu de la forte progression de la pénétration des services hauts débits et du déclin de la demande en services de téléphonie classique, les opérateurs considèrent de plus en plus l'opportunité de faire converger leur infrastructure d'accès vers une plate-forme IP commune.

Cette approche permet la fourniture de bout en bout de services VoIP à condition que l'utilisateur final utilise un équipement IP.

L'opérateur remplace ses commutateurs locaux TDM par des softswitchs de classe 5.

A la différence des solutions de classe 4, les serveurs d'appels de classe 5 peuvent supporter tous les types de services proposés par les commutateurs traditionnels locaux et servir tous les types de terminaux raccordés au réseau IP, directement ou par l'intermédiaire de MSAN (« MultiService Access Node »).

Le commutateur de classe 5 commute le trafic local et le transfère vers le réseau de transit s'il n'est pas en mesure de se connecter directement au destinataire.

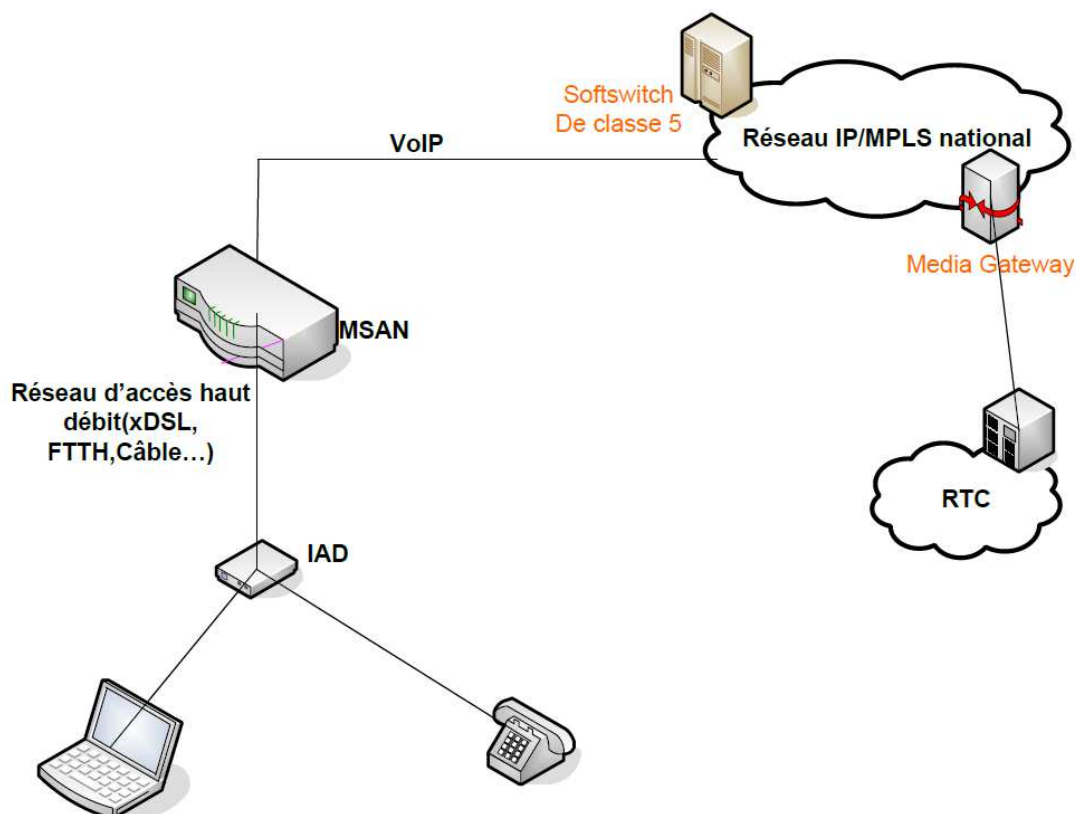


Fig.2.6: Migration du commutateur class 5 vers l'IP.

Les opérateurs historiques, eux, doivent aussi garantir la continuité de leurs services TD actuels. Certains opérateurs ont ainsi choisi de conserver leurs commutateurs TDM et de les équiper de nouvelles cartes afin de faire migrer graduellement le réseau traditionnel vers une architecture NGN de classe 5 tandis que l'opérateur déploiera directement de nouveaux softswitchs pour supporter de nouveaux services basés sur des technologies haut débit.

On voit apparaître une nouvelle génération d'équipements d'accès haut débit baptisés IMAP (Integrated Multiservice Access Platforms) ou MSAN (Multiservice Access Node) qui savent gérer aussi bien des lignes hauts débits que des accès RNIS ou analogiques.

Ces équipements se connectent au réseau IP de l'opérateur et offrent le service téléphonique sous le contrôle du softswitch de classe 5. Ils permettent aux opérateurs historiques de continuer à fournir des services traditionnels, et de continuer à remplir leurs obligations réglementaires, tout en tirant parti des solutions de softswitch IP.

2.3. Etude d'un réseau MSAN [5]

Pour implémenter un réseau MSAN il faut suivre des étapes spécifiques pour atteindre une architecture qui répond au critère des NGN à base de MSAN.

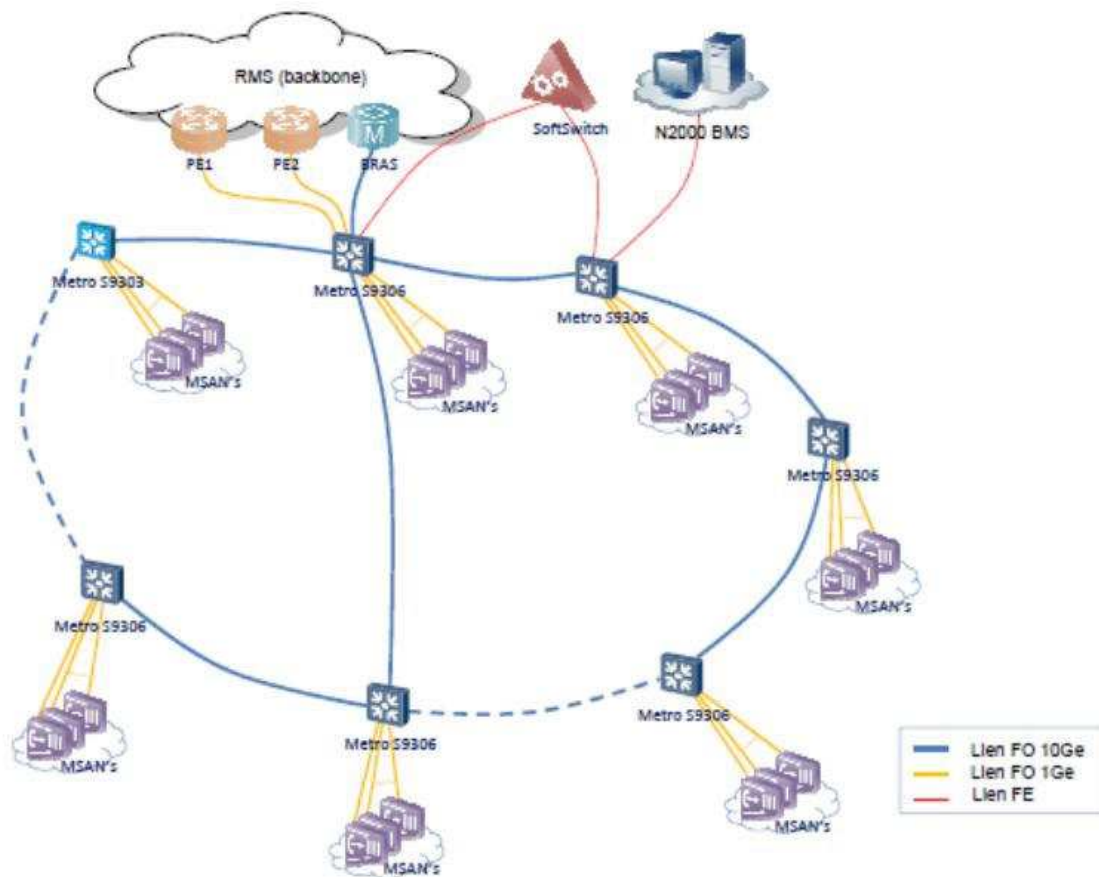


Fig.2.7:Architecture réseau MSAN.

Les équipements présents dans ce réseau sont les suivant par ordre hiérarchique:

2.3.1. Softswitch

Il a pour rôle le contrôle d'appel, signalisation et gestion des services, situé dans la couche contrôle c'est le dispositif principale de traitement d'appel, services téléphoniques de base, services multi media et mobile sur un réseau IP.

-Le SoftX3000

Doté d'un logiciel et de processeur capable d'offrir des chemins plus courts et plus efficaces pour des signaux vocaux ou données pour tout type de réseaux, ce sont des services à bande étroite (VoIP,FoIP,TVoIP).

-Le Softswitch HiE 9200

Son rôle est de contrôler les services à large bande provenant du BRAS et du RMS comme ADSL,VDSL ...

2.3.2. Le RMS (Réseau Multi Service)

C'est un réseau qui regroupe plusieurs services, c'est un centre de commutation de nouvelle génération, de classe exceptionnelle utilisant plusieurs technologies et équipements

ce qu'il lui permet le traitement et le raccordement d'un grand nombre de terminaux, c'est un réseau complètement maillé.

Dans le cas de l'Algérie le réseau d'Algérie télécom est constitué de quatre nœuds primaires sous forme de couple de routeurs de grande capacité nommé cœur de réseau (CORE, Backbone IP/MPLS) situé dans quatre grandes villes (Alger , Oran ,Constantine ,Ouargla) et des nœuds secondaires sous forme de couple de routeurs appelés EDGE du réseau IP/MPLS.

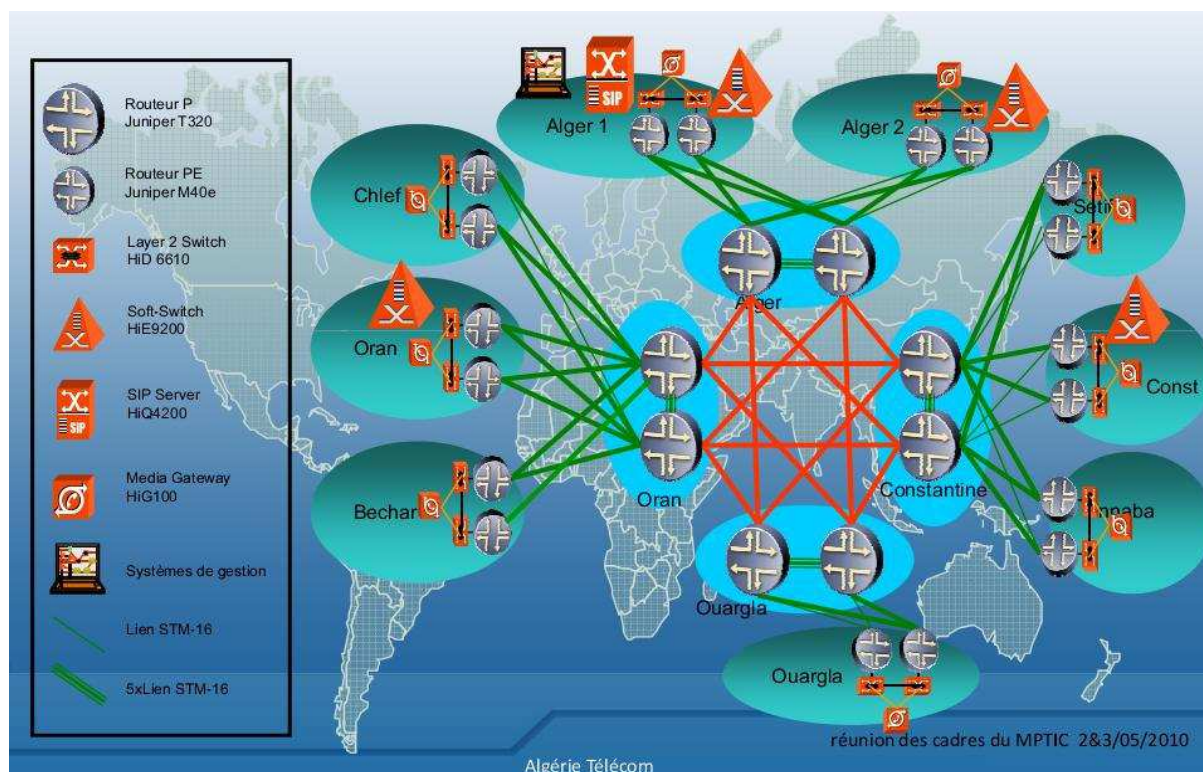


Fig.2.8:Réseau multiservice de l'Algérie.

Voici les différents équipements présents dans le RMS

- Routeur JUNIPER T320(CORE)

Il gère les protocoles de routage et de management, il fonctionne avec le logiciel Junos, ce routeur a une capacité de commutation de 320 Gb/s optimisée pour les services basés sur MPLS et prêt à supporter des interfaces de 10Gb/s et 160 Gb/s en full duplex.

-Routeur JUNIPER M40e (EDGE)

Le routeur M40e est un routeur EDGE qui possède une très large gamme d'interface allant de 64Kbps au STM-16.

Les routeurs M40e utilisent le système d'exploitation Junos et soutient les fonctionnalités IP,MPLS.

Le M40e supporte les interfaces tel que Sonet/SDH, ATM, Ethernet. il peut être équipé jusqu'à 32Ge et 8 STM-16.il supporte jusqu'à 40 Gb/s en simplex ou 20 Gb/s en full duplex.



Fig.2.9:Routeur M40e.

-Bras (*Broadband remote access server*)

C'est un concentrateur de trafic remontant venant des MSAN et un répartiteur de flux internet sur le réseau IP en leur direction, il permet l'accès du client à une large bande passante et gère l'allocation des adresses et des connexions, représente aussi le point d'accès vers les différents serveurs d'authentification, d'autorisation, de comptage de la taxation.

Coté tronc IP, il analyse des paquets IP et effectue le routage vers les fournisseurs d'accès via le réseau Backbone de collecte (RBCI).

2.3.3. Le METRO

C'est un équipement d'interconnexion entre MSAN ou d'autre métro via des ports Ethernet, il assure le filtrage et la commutation des flux de données en les acheminant vers les machines appropriées. il contient des ports de 10 GE et d'autre de 1 GE.



Fig.2.10:Metro Ethernet de type Huawei 9303 et 9306

Exemple de Metro Ethernet Ain Defla ville:

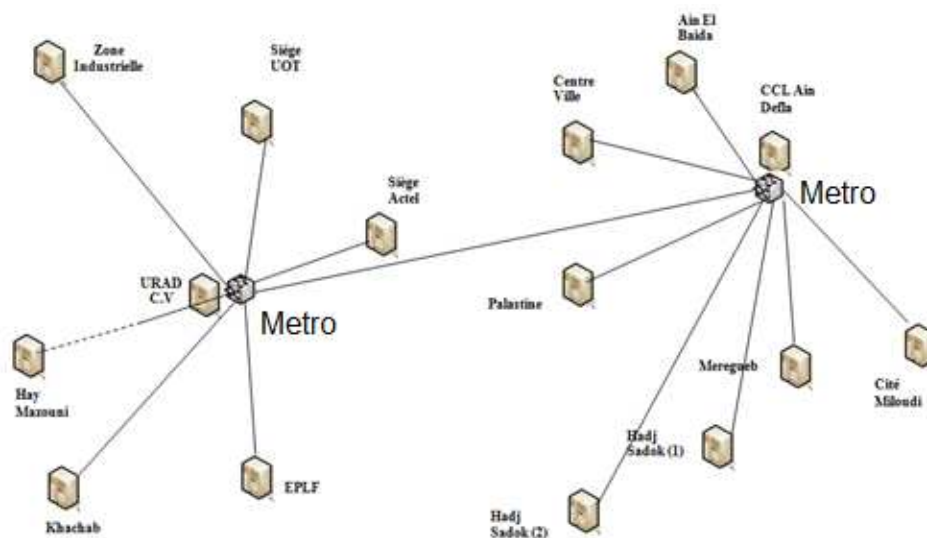


Fig.2.11: Topologie des MSANs raccordés au Metro de ain defla.

2.4. Equipement de la couche d'accès dans un réseau MSAN

2.4.1. UA5000 [7]

"Unité Accès 5000" l'équipement MSAN UA5000 appelé aussi IMAP "integrated Multiservice Access Platforms" représente une nouvelle technologie d'équipement d'accès haut débit qui peuvent gérer aussi bien des lignes haut débit que des accès analogiques, ils permettent aux opérateurs de continuer de fournir des services traditionnels tout en tirant partie des solutions Softswitch.

Grâce à l'équipement MSAN l'opérateur peut non seulement servir tous les types de terminaux raccordés aux réseaux IP mais aussi supporter tous les types de services proposés par les commutateurs traditionnels locaux du RTC qui sont remplacés dans les NGN par les Softswitch. L'équipement MSAN UA 5000 est une unité d'accès, donc elle se positionne au niveau de la couche la plus basse du réseau (couche d'accès) il peut être directement raccordé au Softswitch ou des MediaGateway, il est en mesure de satisfaire les exigences suivantes:

- Représenter une plateforme intégrée d'accès aux services
- Fournir la voix, les données, la vidéo et les services multimédias.
- Haute capacité d'accès de lignes d'abonnés numériques.
- Une excellente faculté d'adaptation au réseau NGN et une puissante capacité de traitement.
- Model flexible d'interconnexion réseau.

Le MSAN UA 5000 est commandé par un softswitch de type X3000 de fournisseur "HUAWEI" prend en charge un nombre considérable d'abonnés appartenant aux différents

réseaux et accomplit toutes les fonctions de médiation entre le réseau RTC de technologie TDM et celui de nouvelle génération NGN technologie IP.

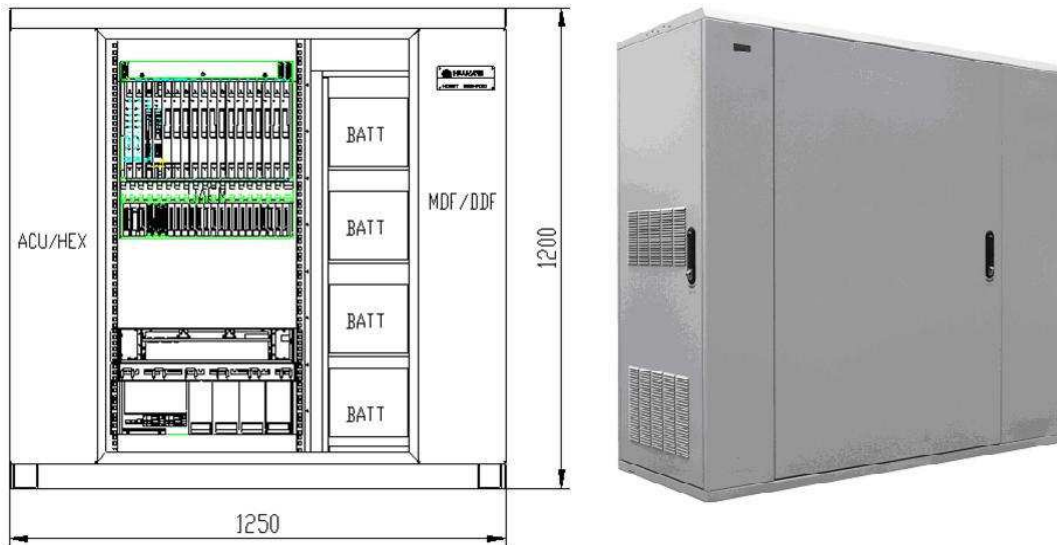


Fig.2.12:MSAN Outdoor.

2.4.2. Châssis de l'UA 5000

Il existe trois types de châssis classés selon le rôle de chacun HABD,HABE et HABF **-HABD (châssis maitre)**

Le HABD est le cerveau du système, il gère les différents services et contrôle le fonctionnement des châssis esclaves et étendus.

Il est constitué de 18 cartes les deux premières sont des cartes d'énergie (PWX) une active et la deuxième en mode veille, quatre cartes de contrôle (XPBM BOAD, PVX/RSUX), 11 cartes de lignes d'abonnés (XSL) et une carte de test TSSB.

FAN																	
00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17
				P	P	A	A										T
				V	V	I	I										S
P	P	x	x	/	/	B	B	x	x	x	x	x	x	x	x	x	B
W	W	P	P	R	R	/	/	S	S	S	S	S	S	S	S	S	/
X	X	M	M	S	S	x	x	L	L	L	L	L	L	L	L	L	x
		B	B	U	U	S	S										S
				x	x	L	L										L
Cable Routing Area																	
Partie connexion de câbles									Partie connection des câbles des lignes d'abonnés								

Fig2.13: Structure du châssis HABD.

-Le HABA (châssis esclave)

Le HABA est un châssis esclave dominé par le châssis maître il est constitué de 18 cartes deux cartes d'énergie, deux cartes (APSB), et 14 autres cartes (XSL).

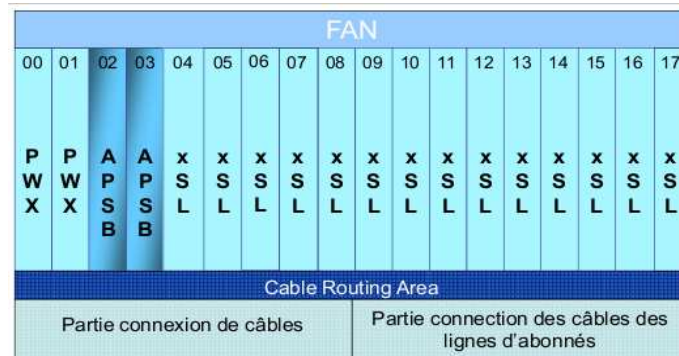


Fig.2.14: Structure du châssis esclave HABA.

-Le HABF (châssis étendu)

C'est un châssis ajouté pour étendre le HABA ou HABA car il contient 18 cartes XSL qui permettent d'augmenter la capacité d'un autre châssis.

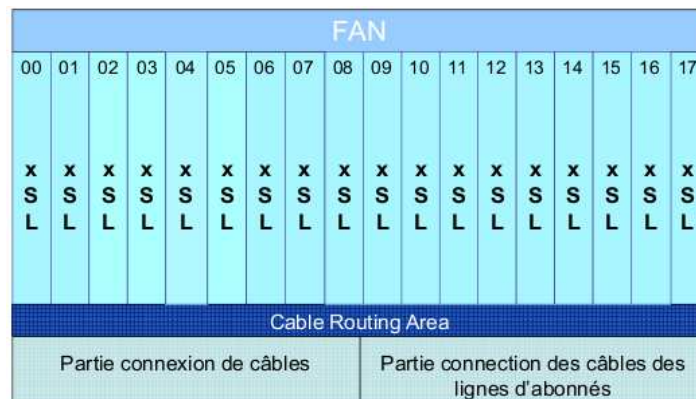


Fig.1.15: Structure du châssis étendu HABF.

Ces trois types de châssis se connectent entre eux de la manière suivante:

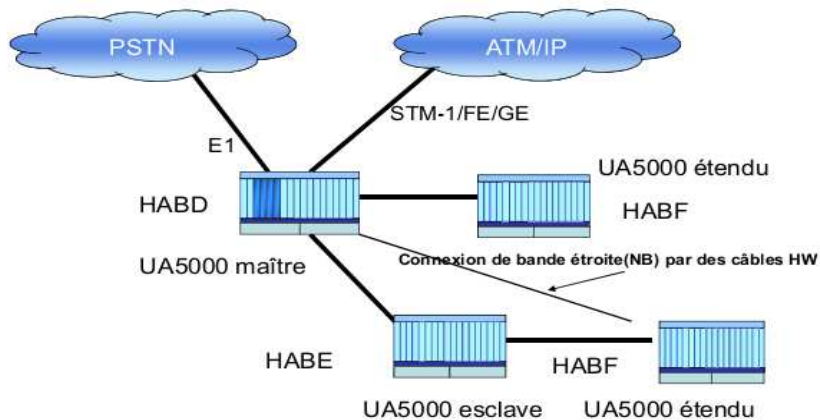


Fig.1.16: Interconnexion des différents châssis de MSAN UA 5000.

2.4.3. Les différentes cartes de l'UA5000 [8]

2.4.3.1. Les cartes de contrôle principal d'un châssis

a) Carte PWX

C'est une carte d'alimentation qui permet de faire fonctionner les cartes du châssis. dans une configuration standard, deux cartes fonctionnent en mode partage de charge un châssis peut être configuré avec une seule carte active et une deuxième carte de secours en mode veille.



Fig.2.17: Carte PWX.

b) Carte xPMB (ATM or IP Processing Board)

- Carte APMB

C'est la carte de contrôle principale et de traitement du service large bande ATM. elle a les fonctions suivantes:

- Contrôle de services large bande de l'UA 5000.
- Fournit des ressources de commutation large bande et l'horloge du système.
- Supporte diverses interfaces pour le flux montant du service large bande.

- Carte IPMB

C'est la carte de contrôle et de traitement du service Broadband IP elle a les fonctions suivantes:

- Permet l'agrégation et le traitement des ports de service.
- Transfère le trafic voix sur IP (VoIP) vers la carte PVMB.
- Transmission du service IP à travers les ports FE ou GE.
- Réalise la commutation du service Broadband.
- Supporte le basculement automatique entre la carte active et en veille.

- Carte PVMB (Packet Voice Master Board)

La carte PVMB est la carte de traitement du service de la voix elle a pour rôle:

- Gestion des cartes de service NarrowBand et traitement des protocoles V5 et H.248
- Véhicule les signaux de la voix Time Division Multiplexing (TDM) vers le commutateur à travers l'interface V5.
- Encapsulation des paquets de la voix TDM en paquets IP, puis transmission vers le Softswitch à travers le port du flux montant FE.



Fig.2.18:Carte PVMB.

c) Carte RSU

La RSU est l'unité distante de traitement de l'abonné, ayant les caractéristiques suivantes:

- Traitement du service à bande étroite dans le châssis esclave.
- Permet de véhiculer le trafic Narrowband vers le châssis UA 5000 maître.
- Fournit des ports E1.
- Supporte le backup (actif/passif).

d) Carte APSB (Slave frame broadband service Processing Board)

C'est la carte de contrôle principale du service Broadband dans le châssis esclave de l'UA5000, cette carte a les fonctions suivantes:

- Contrôle les cartes de services Broadband dans le châssis esclave.
- Connecte avec la carte de contrôle principal dans le châssis maître à travers deux interfaces Broadband.
- Supporte le service de multicast.

2.4.3.2. Carte de service

a) Carte AIUB (ATM Interface Unit)

Elle fournit deux interfaces:

- Interfaces optiques ATM qui offrent deux ports 155Mbit/s.
- Ports ATM qui offrent deux ports ATM E3.

b) Cartes de service Narrowband

Les différentes cartes utilisées pour les services à bande étroite sont présentées dans le tableau ci-dessous :

Carte	Nom complet	Description
ASL	Ligne d'abonné analogique/carte de service voix	16 ports voix
A32	Carte de service voix	32 ports voix
DSL	Ligne d'abonné numérique/carte de service	8 ports ISDN BRI

	RNIS BRI	
DSL D	Ligne d'abonné numérique/carte de service RNIS BRI	16 ports ISDN BRI
CDI	Carte de ligne de Dialing-In direct	16 ports DDI
ATI	Carte de trunk analogique	6 2/4 PORTS
SDL	Carte SHDSL	4 ports TDM SHDSL et 4 ports E1
SDLE	Carte SHDSL	8 ports TDM SHDSL et 8 ports E1

Tableau.2.1: Différentes cartes de service narrowband.

c) Cartes de services Broadband

Les différentes cartes utilisées pour les services à large bande sont présentées dans le tableau ci-dessous:

Carte	Nom complet	Description
SDLB	Carte de service SHDSL	16 ports ATM SHDSL
ADLB	Carte de service ADSL	16 ports ADSL avec filtre intégré
ADMB	Carte de service ADSL/ADSL2+	16 ports ADSL/ADSL2+, avec un filtre intégré
ADMC	Carte de service ADSL/ADSL2+	16 ports ADSL/ADSL2+, avec un filtre intégré
ADRB	Carte de service ADSL/ADSL2+	16 ports ADSL/ADSL2+, avec un filtre intégré
ADRI	Carte de service ADSL/ADSL2+	16 ports ADSL/ADSL2+, avec un filtre intégré
VDLA	Carte de service VDSL	16 ports VDSL, avec un filtre intégré
EAUA	Carte Ethernet	8 ports Ethernet

Tableau.2.2: Différentes cartes de service Broadband.

d) Carte combo

Le tableau suivant représente les différentes cartes de combo qui intègrent une combinaison de service dans une même carte.

Carte	Nom complet	Description
CSMB	Carte combo 16 ports ADSL/ADSL2+	16 ports ADSL/ADSL2+ 16 ports voix avec un filtre intégré
CSLB	Carte combo ADSL et carte ligne combo voix	16 ports ADSL/ADSL2+ 16 ports POTS avec un filtre intégré
CSRB	Carte combo voix et ADSL2+	32 ports ADSL/ADSL2+ 32 ports POTS avec un filtre intégré
CSRI	Carte combo ADSL/ADSL2+ et voix	32 ports ADSL/ADSL2+ 32 ports POTS avec un filtre intégré

Tableau.2.3: Différentes cartes de combo.

2.4.3.3. Carte TSSB (Subscriber Test Board)

C'est une carte de test des lignes d'abonnés, deux châssis peuvent partager la même carte alors que les bus de test sont interconnectés à travers des câbles de distribution.

2.4.4. Les avantages d'un réseau MSAN

- Optimisation des ressources: le réseau IP utilise un transfert de paquets, ainsi l'utilisation des ressources est optimisée en comparaison avec les solutions de types communication de circuits, minimisation des interfaces une petite armoire dans un cartier remplacera les S/R, les RSS , URAD et les DSLAM.
- Cout de transport presque nul: Grace à l'intégration de la téléphonie parmi de nombreuses autres applications, le cout de transport devient pratiquement nul. Le réseau permettant d'effectuer le transport est le réseau cœur IP/MPLS, qui effectue tout les transports de données. Les opérateurs qui étaient auparavant obligés de maintenir au moins deux réseaux, celui de téléphonie et celui de données, n'en ont plus qu'un seul à maintenir.
- Services exclusifs: Certains services sont proposés aux réseaux IP ne nécessitent aucune réservation de source à la différence des réseaux RTC.

- Disparition des commutateurs locaux: La gestion de téléphonie depuis le réseau de l'opérateur. donc des solutions intermédiaires permettant de passer petit à petit des circuits numériques aux liaisons paquets
- Concentrer un nombre important de lignes en transport notamment, quelques fibres optiques suffiraient.
- Les services à valeur ajoutées: le réseau MSAN permettra d'offrir des services de Triple Play en utilisant les cartes de services dédiés.

2.5. Etude d'un réseau FTTH

2.5.1. C'est quoi un réseau FTTH ?

Le FTTH (Fiber To The Home, câble de fibre optique à domicile) est une technologie qui définit un type d'infrastructure de communication permettant l'accès à internet et aux services associés à des débits atteignant jusqu'à 100Mb/s symétrique soit des débits très supérieur à ceux de la paire cuivre.

En effet même les technologies DSL de deuxième génération, comme le VDSL 2 permet également d'atteindre des débits de 100 Mb/s en montant et descendant sur la paire de cuivre, leurs performances dépendent de la distance entre le centrale téléphonique et le client final haut delà de 200 mètres du NRA (Nœud de Raccordement Abonné) le débit sur la paire de cuivre perd en vitesse. contrairement au cuivre, la fibre optique est un support de transmission de données haut débit à la vitesse de la lumière, idéal pour les applications multimédias.

Le FTTH est l'une des déclinaisons parmi d'autres technologies d'accès à internet via la fibre optique, tout regroupés sous le nom générique FTTx, la figure suivante montre les FTTx.

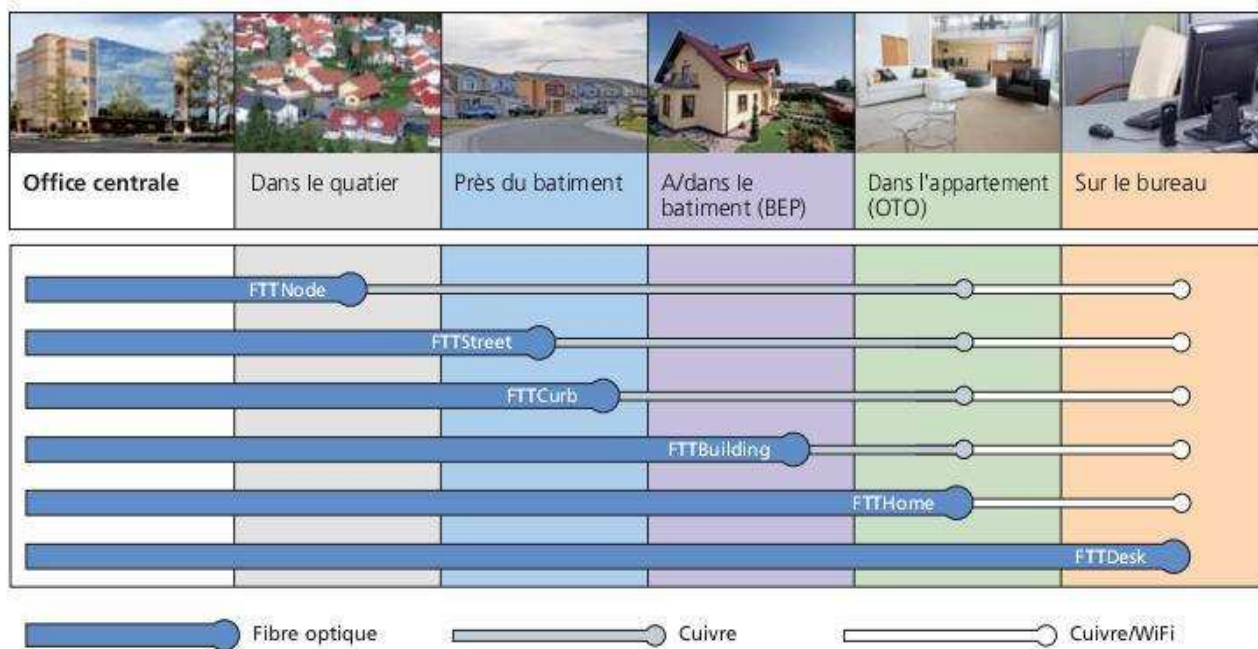


Fig.2.19: Différents types de FTTx.

2.5.2. Equipements principales dans un réseau FTTH [9]

-Optical Distribution Network(ODN)

Il permet de réaliser la transmission optique de la terminaison OLT vers les utilisateurs et vice versa. Il emploie des composants optiques passifs.

-Optical Line Termination (OLT)

C'est l'équipement de terminaison assurant l'interface à la fibre, côté réseau ,dans les réseaux FTTH en fibre optique, il est connecté à un ou plusieurs réseaux de distribution optique passifs (ODN).



Fig.2.20:OLT Alcatel-Lucent.

-Optical Network Unit

C'est l'équipement utilisateur chargé de terminer la fibre optique dans un réseau d'accès internet dans une liaison FTTH. son rôle est de convertir le signal optique en un signal électrique pour l'utilisation domestique via des RJ 45.



Fig.2.21:ONU.

-Les splitter (coupleur optique)

Ce sont des dispositifs fibrés passifs reliant une ou plusieurs entrées à une ou plusieurs sorties. Il permet par exemple de mélanger deux signaux, de diviser un signal en deux ou bien faire les deux à la fois. La répartition de la puissance entre les différentes sorties dépend en général de la longueur d'onde et de la polarisation du signal d'entrée.

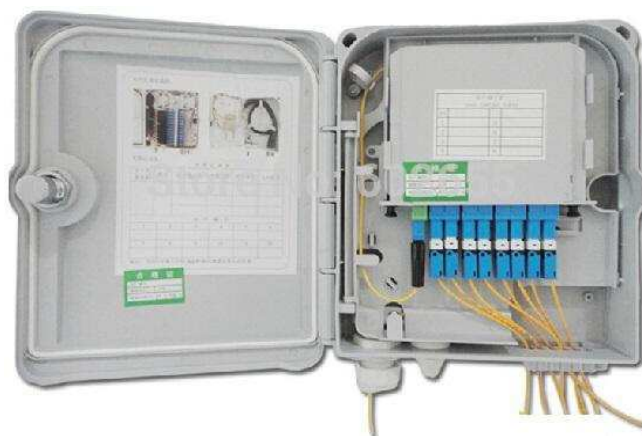


Fig.2.22:Exemple d'un splitter optique 1x8.

2.5.3. Les architectures FTTx FTTH

Dans une architecture de réseau d'accès optique comme le FTTH on trouve trois types de topologies qui sont les suivantes

2.5.3.1. L'architecture à base de composants passifs

La figure suivante montre deux architectures à base de composants passifs

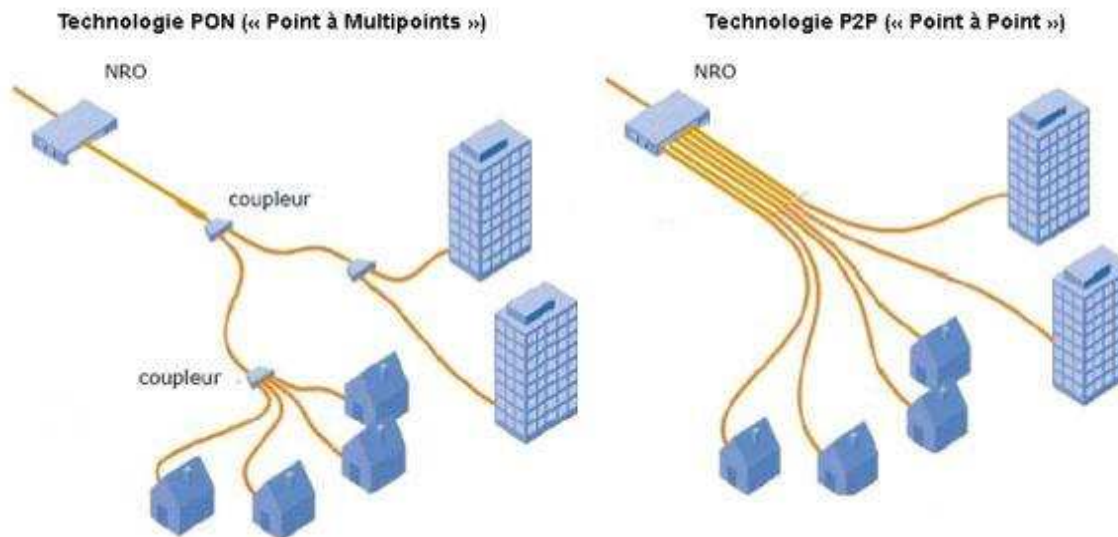


Fig.2.23: Architecture à base de composants passifs.

a) Point à point (P2P)

Comme la boucle locale téléphonique traditionnel (RTC) l'architecture bout à bout comme son nom l'indique se caractérise par une fibre qui dédiée pour chaque abonné le reliant avec le nœud de raccordement des abonnés cette architecture favorise la distinction entre les lignes d'abonnés et garantit un débit maximum (pas de partage).

b) Point à multipoint passif ou le PON (Passive Optical Network)

Contrairement à l'architecture P2P la fibre qui part du nœud de raccordement d'abonnés (NRA) est une fibre commune, elle est partagée grâce à des splitter placée à proximité de la zone de distribution, le flux de données envoyées par le central (OLT) est reçu par chaque utilisateur le filtrage pour tirer l'information dédié à chaque abonné est assuré par une unité appelée ONU (Optical Network Unit) .

Il existe quatre types de PON qui sont normalisés selon le mode de transfert des données au sein du réseau chaque type utilise un protocole bien défini et offre des nouveaux services ces types sont:

- A-PON (ATM PON)

Utilise le protocole Asynchrones Transfer Mode qui consiste à faire le multiplexage de différents flots de données sur un même lien utilisant la technique TDM avec une modulation PCM ,des trames a 53octets appelé aussi FSAN PON, sa capacité de raccordement et de 32

abonnés au PON avec des vitesses pouvant atteindre 622 Mb/s descendante et 155Mb/s dans le sens montant.

-B-PON(Broadband PON)

C'est une extension de l'APON qui utilise un réseau de distribution à large bande avec une vitesse plus élevée que le A-PON en utilisant le multiplexage WDM avec BDA (allocation dynamique de largeur de bande, elle utilise 3 modes (155Mb/s down/155Mb/s up) (622Mb/s down/155Mb/s up) (622Mb/s down /622Mb/s up).

-E-PON(Ethernet PON)

Offre des débits jusqu'à 1.25Gb/s pour 32 abonnés basés sur Ethernet allant jusqu'à 20 Km supporte le service Triple Play sur IP et l'Overlay vidéo, la longueur de paquet est variable jusqu'à 1.518 Octets.

-G-PON(Gigabit PON)

Le débit varie de 622 Mb/s à 2.5 Gb/s pour 128 abonnés, il trouve son intérêt lorsqu'il y a des flux importants destinés à plusieurs abonnés tels que la diffusion TV à la demande (IPTV), la vidéo à la demande (VOD) sur IP ou les accès internet à haut débit.

2.5.3.2. Architecture à base de composants actifs

a) Boucle active

Cette architecture permet le réseau hybride (optique/cuivre) ou tout en fibre, le principe est de relier l'équipement actif en fibre sous une topologie de boucle avec une interface GE en suite relier les abonnés avec des interfaces 10/100/1000 Base-T ou GE à l'aide des Switchs ou routeurs qui se situent au pied de l'immeuble (FTTB, FTTC)

b) Point à Multipoint actif

Deux scénarios sont envisageables par cette architecture les deux sont basés sur des équipements actifs qui jouent le rôle de concentrateur d'abonnés, la différence entre les deux scénarios de cette architecture est que le premier favorise un réseau transparent en tout optique et le deuxième favorise le FTTx/VDSL (rattachement des abonnés avec cuivre depuis l'élément actif) où on peut utiliser des Multi Service Access Node (MSAN) comme élément actif.

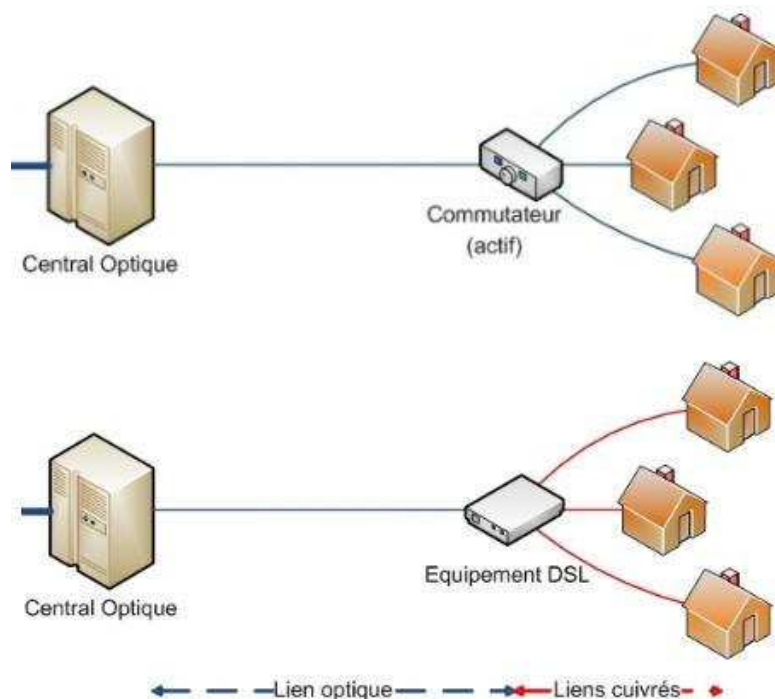


Fig.2.24: Architecture point multipoint à base de composants actifs.

2.6. Conclusion

Les réseaux NGN représentent l'avenir des télécommunications, ils se reposent sur la fiabilité, la rapidité et la grande bande passante des fibres optiques, ces réseaux sont devenus un atout puissant favorisant l'économie et la qualité et la variété des services.

les NGN peuvent se manifester en couche d'accès sous différents types soit hybride comme le MSAN avec terminaison cuivre ou le tout optique transparent c'est à dire FTTH. Dans ce chapitre nous avons vu les différents équipements et architectures qu'un opérateur peut déployer afin de satisfaire les besoins de ses clients en gagnant une fiabilité de réseaux et une infrastructure minimiser en terme d'équipements vu l'ampleur des anciens RTC.

Le but majeur de ces technologies est de se rapprocher du client de plus en plus afin d'éviter les différentes contraintes et de répondre à la demande qui ne cesse d'augmenter au fur et à mesure les technologies évoluent en parallèle de ces besoins.

3.1. Introduction

L'utilisation des logiciels de simulation dans les télécommunications est très utile dans le domaine de recherche comme dans le domaine industriel car ils permettent de modéliser des réseaux et même de tester des nouveaux composants et technologies. Une fois le choix de l'architecture et la technologie utilisé pour le plan du réseau optique est faite, on a intérêt à choisir un logiciel de simulation qui sera capable de planifier notre réseau FTTH, simuler et donner des résultats pour qu'on peut voir les différents critères de qualité d'une transmission, pour notre projet on a choisi le logiciel OptiSystem.

3.2. Description du logiciel OptiSystem

3.2.1 Définition

OptiSystem est un logiciel innovant pour la simulation et la conception des réseaux optiques, avec ce dernier on peut tester et optimiser pratiquement tout type de liaison optique au niveau de la couche physique, de systèmes de radiodiffusion analogiques vidéo jusqu'à dorsales liaisons intercontinentales. Il utilise un system basé sur une modélisation réaliste de la fibre optique, dispose d'un environnement de simulation très puissant qui contient tous les composants optiques, électriques et même des outils complémentaires réglables ce qui le rend un logiciel très flexible, utile et développé.

3.2.2. Applications

OptiSystem permet d'automatiser pratiquement tout type de lien optique dans la couche physique des réseaux, la gamme d'applications OptiSystem comprend:

- La conception d'un système de communication optique à partir du niveau composants au niveau système dans la couche physique.
- La conception de réseau CATV ou TDM / WDM.
- les Réseaux optiques passifs (PON), FTTx
- Les systèmes optiques dans l'optique d'espace libre (OFS).
- Les systèmes de radio sur fibre (ROF).

- Conception de réseaux SONET / SDH.
- Conceptions émetteur, canal optique, amplificateur, et le récepteur.
- Estimation du BER et du système des pénalités pour les différents modèle de récepteurs.
- Le BER pour un système amplifié et le calcul des liens du budget de puissance.

3.2.3. Caractéristiques principales

L'interface principale d'OptiSystem est composée d'éléments suivants :

-La barre de menu

Comme tout logiciel dans la barre de menu on trouve les différentes indications pour ouvrir un nouveau fichier, enregistrer le travail ou exécuter la simulation.

-La bibliothèque des composants (Library Components)

Pour être pleinement efficaces, les modules de composants doivent être en mesure de reproduire le comportement réel de l'appareil et les fins spécifiées dans la précision sélectionnée.

La bibliothèque des composants dans OptiSystem comprend des centaines de composants, tous ont été validés pour fournir des résultats très proches des vraies applications simulées.

-Le plan de travail (Layout Editor)

C'est l'espace de travail là où nous mettrons les différents composants ensemble elle est la zone de construction et d'assemblage de réseaux.

-Navigateur de projet (project browser)

Utilisé pour naviguer dans le courant projet et de l'organiser afin que les résultats puissent être atteints plus rapidement et efficacement.

-Fenêtre de description (Description)

Son rôle est de faire une description des différents types de composants utilisés, à chaque fois qu'on utilise un composant sans nom est indiqué dans cette fenêtre.

La figure ci-dessous montre la composition de l'interface graphique d'OptiSystem

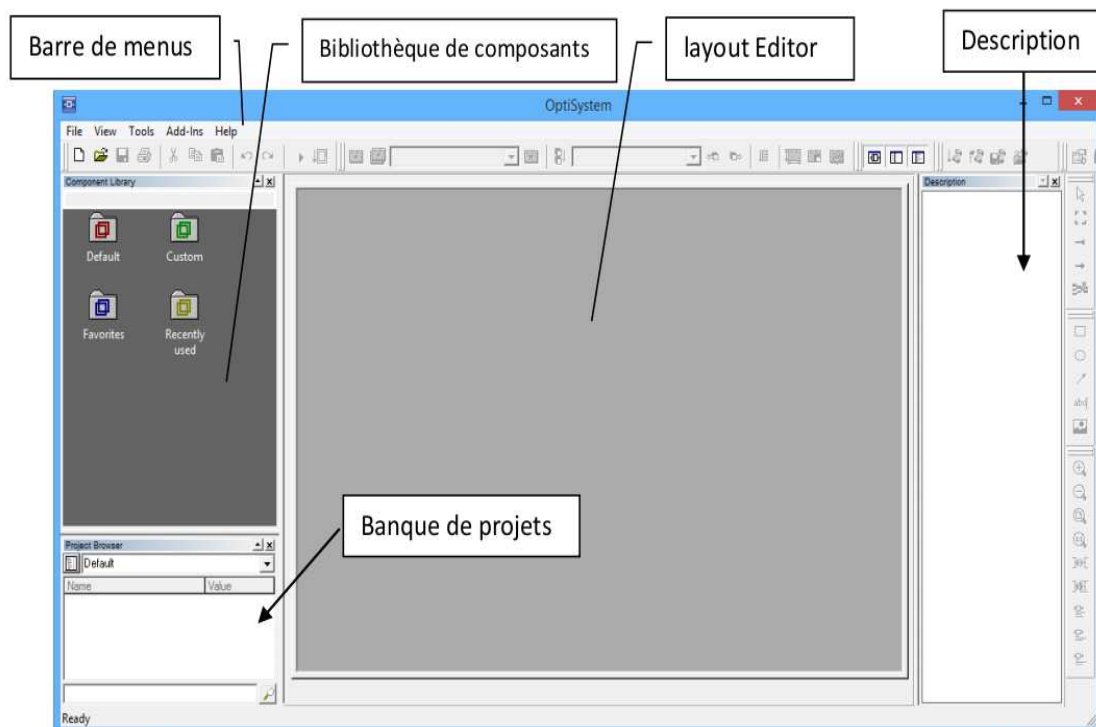


Fig.3.1:Interface graphique du logiciel OptiSystem.

3.3. Architecture et planification du réseau MSAN et FTTH

3.3.1. Planification d'un réseau d'accès MSAN

Une planification de ce genre de réseau de façon complète nécessite un logiciel qui peut modéliser à la fois la fibre et le cuivre (réseau hybride), alors que OptiSystem est destiné à simuler les réseaux transparents seulement, mais on a fait une planification jusqu'au nœud parce que la partie des utilisateurs est en cuivre, la figure 3.2 montre le plan de notre réseau d'accès MSAN.

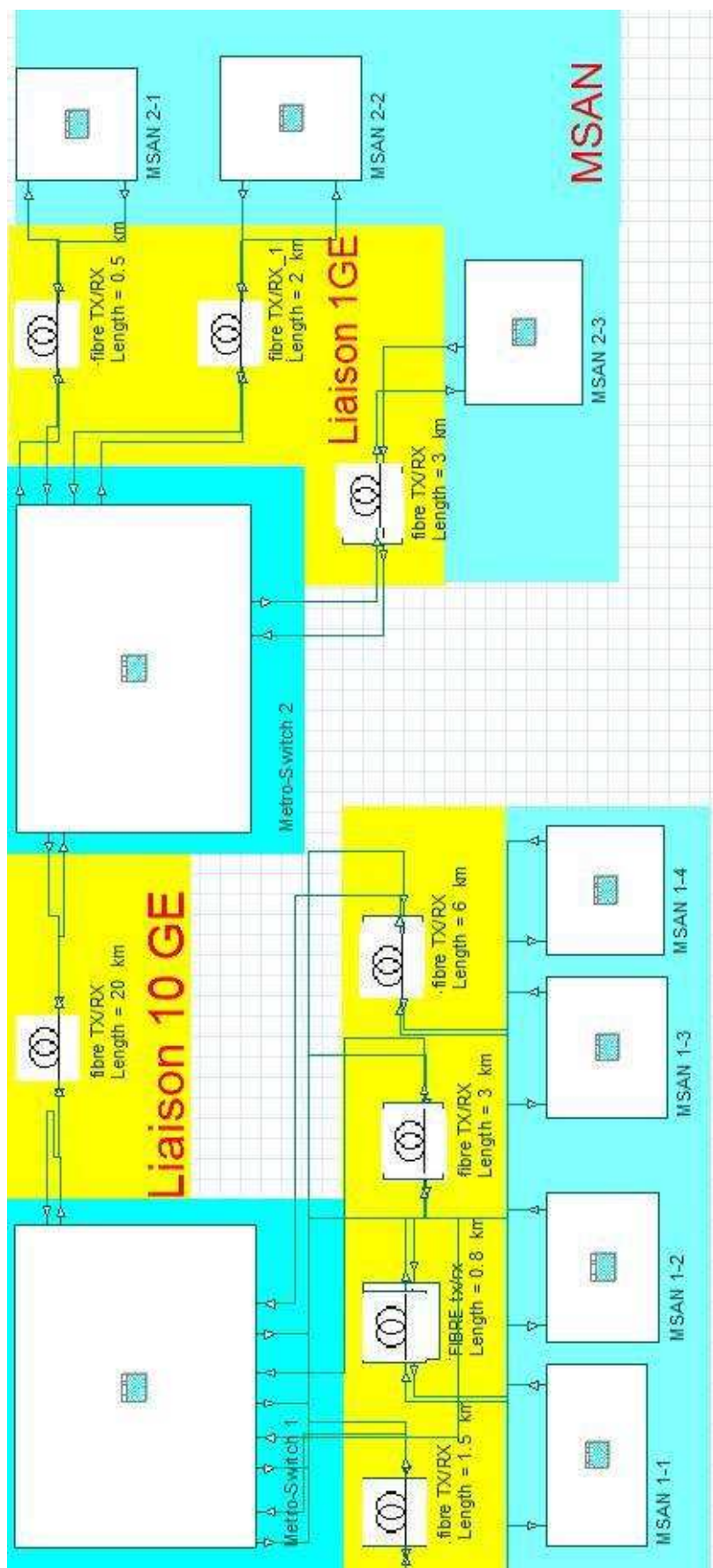


Fig.3.2: Plan du réseau d'accès MSAN.

3.3.1.1. Block métro Switch

Le block métro Switch est un point de raccordements et de routage de l'information vers les MSAN et d'autres métrés et vers le réseau du back bone RMS et soft Switch il contient des cartes de 1GE pour la connexion avec les MSANs et des cartes de 10 GE pour établir des connexions avec un autre métro, la figure 3.3 montre les différents sous système qui composent le métro.

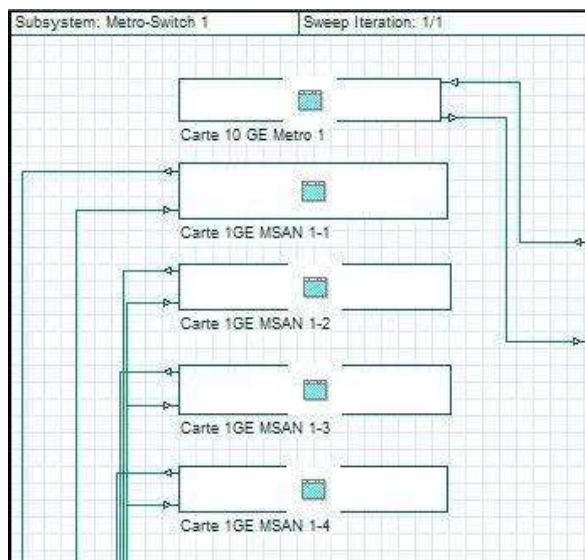


Fig.3.3:Cartes dans un Métro Switch.

La composition des cartes de Métro Switch est illustrée dans les deux figures qui suivent.

La figure 3.4 montre la composition de la carte 10 GE :

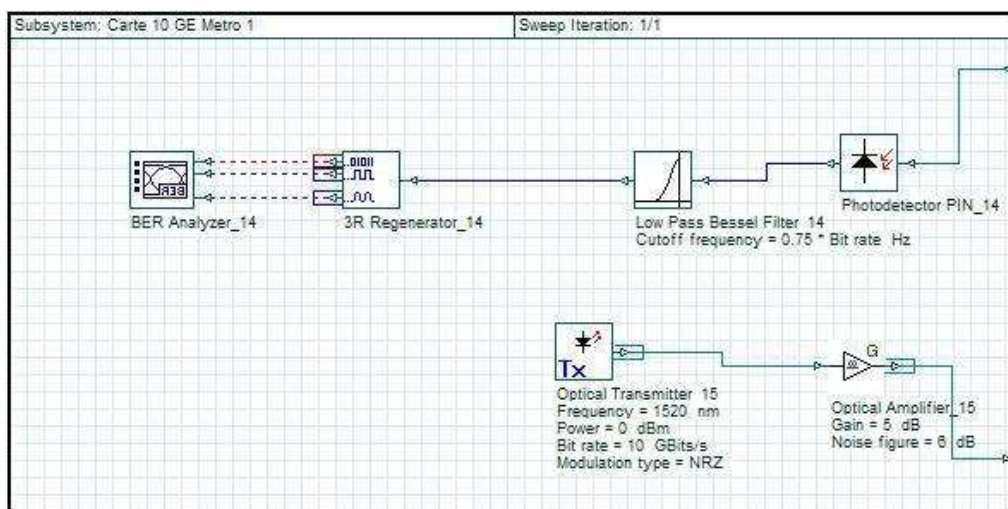


Fig.3.4: Composition d'une carte 10 GE.

La figure 3.5 montre la composition de la carte 1 GE :

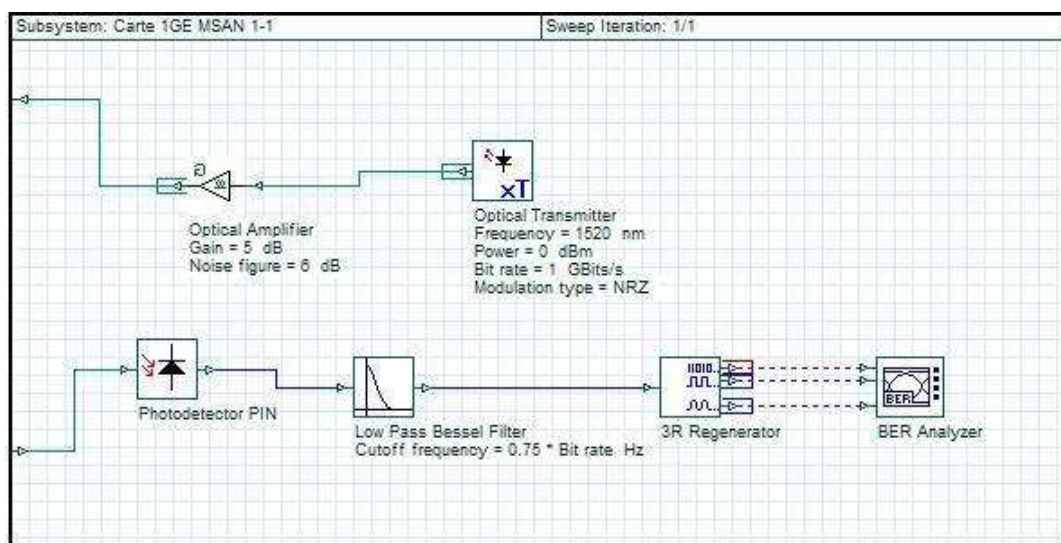


Fig.3.5: Composition d'une carte 1 GE.

3.3.1.2. Block MSAN

Il n'existe pas une différence entre les cartes de 1 GE du métró et du MSAN, les deux sont conçues pour émettre et recevoir avec le même débit, notre plan va se terminer à ce niveau à cause de l'absence des liaisons en cuivre, la figure 3.6 montre la composition des cartes MSAN.

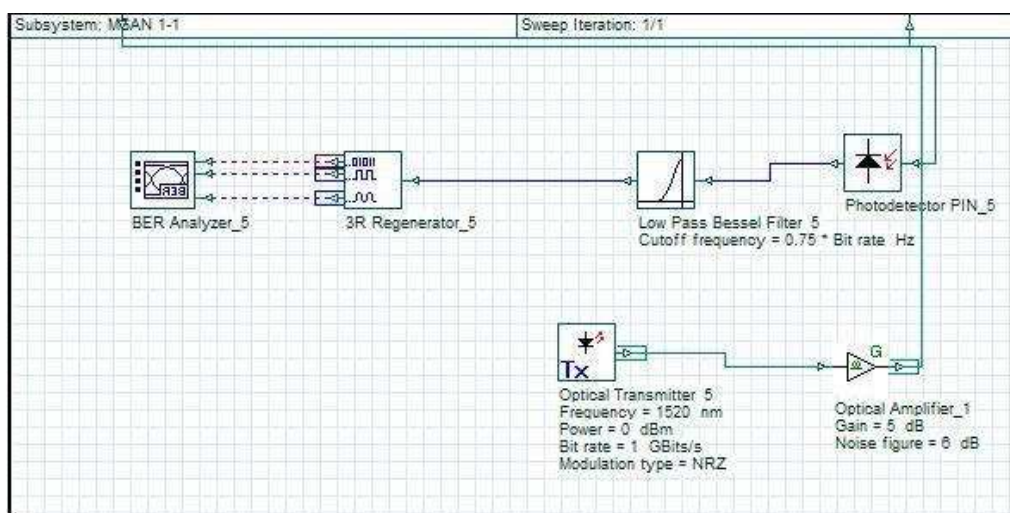


Fig.3.6: Composition d'une carte MSAN.

3.3.2. Planification d'un réseau FTTH

Dans ce qui suit, on va décrire chaque élément et chaque bloque (sous système) avec ces paramètres, spécifications et son rôle dans le réseau, pour faciliter la compréhension, on va décrire l'architecture du réseau dans les deux voies descendante et montante c'est à dire depuis OLT vers les différents ONT's et vice versa, dans le côté gauche de l'architecture on peut voir OLT qui va transmettre l'information au différents utilisateurs et recevoir l'information envoyée depuis les ONT's , toutes ces informations vont être multiplexées et transmises à différentes longueurs d'ondes dans une seule fibre optique (fibre bidirectionnelle),après elles seront dé multiplexées et propagées dans les différentes régions de la voie descendante (les abonnés) et chaque utilisateur va recevoir l'information dans une longueur d'onde dédié bien précise et envoie à son tour dans une autre longueur d'onde à l'aide d'un autre émetteur (voie montante) .

La figure 3.7 montre les plus importants paramètres du réseau qui peut être régler dans le tableau suivant :

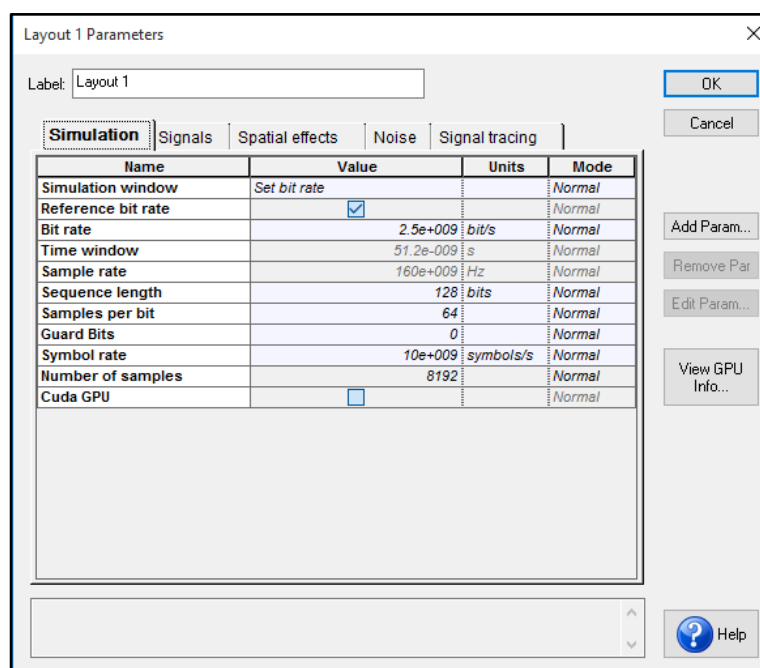


Fig.3.7: Paramètres généraux de réseau.

Il existe aussi d'autres paramètres qu'il faut prendre en considération comme la longueur de la séquence envoyée (128 bits) et le nombre de bits par échantillon (64), le schéma complet de notre architecture WDM-G-PON est illustré par la figure 3.8 suivante :

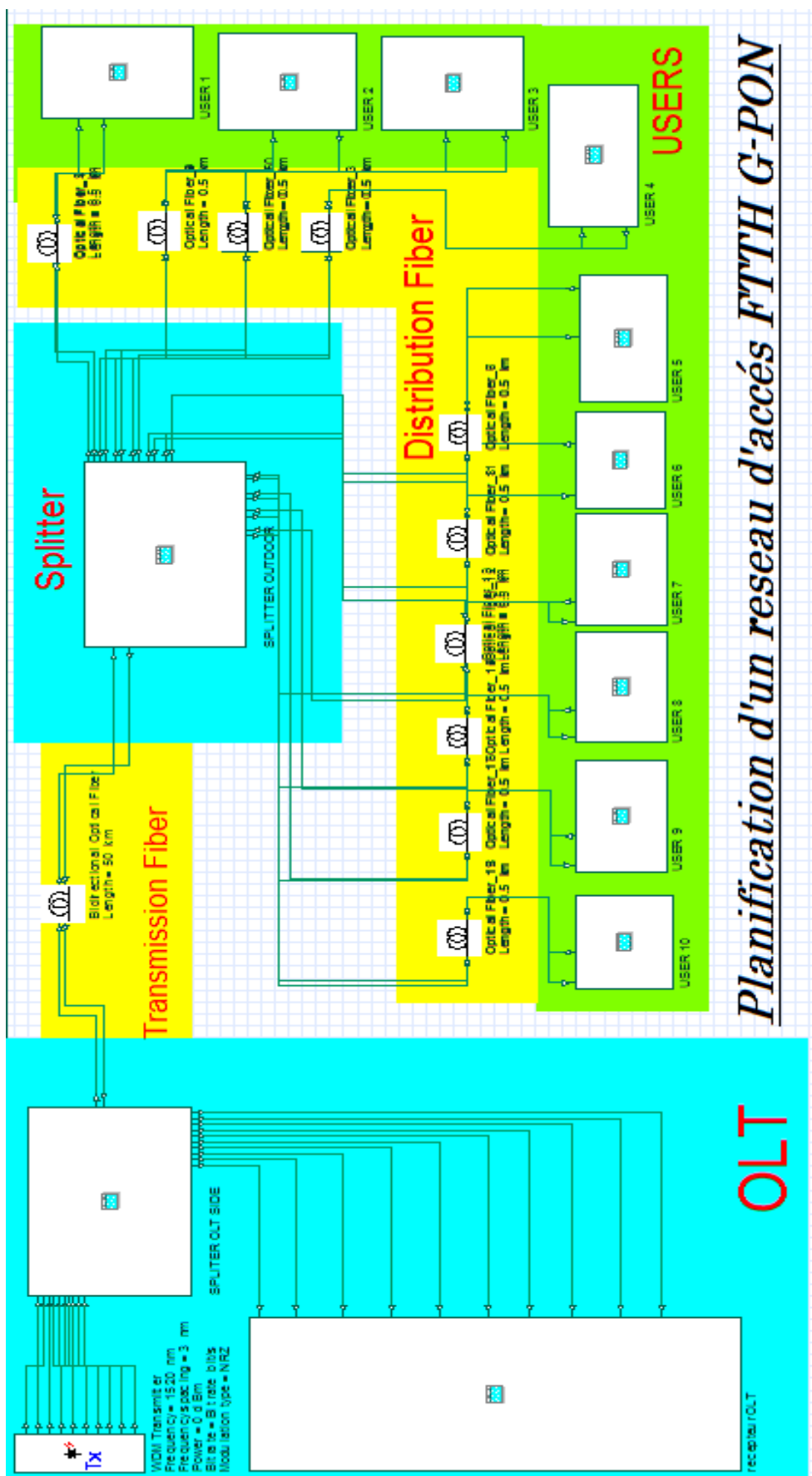


Fig.3.8: Architecture du réseau d'accès FTTH.

3.3.2.1. La voie descendante

Dans la voie descendante, le signal optique passe depuis l'OLT vers les ONT's, la figure 3.9 représente notre schéma d'OLT.

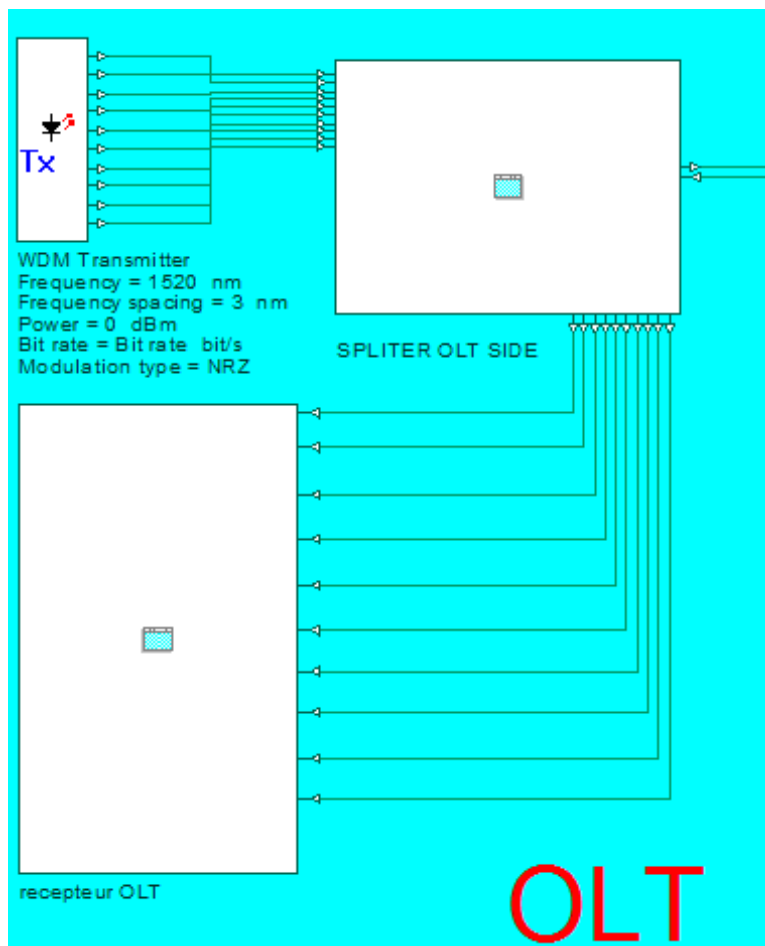


Fig.3.9:Schéma de l'OLT.

Le premier élément du réseau dans l'OLT est l'émetteur optique, c'est un laser modulé en NRZ et qui va émettre avec une puissance de 0 dBm dix flux de dix longueurs d'ondes différentes de 1520 jusqu'au 1547 espacées de 3 nm, l'émetteur est suivi par un block splitter OLT side qui contient un multiplexeur 1:10 qui va multiplexer les dix flux pour les transmettre dans une seule fibre ce dernier a une largeur de bande de 10 GHz et des pertes de raccordement de 0.04 dB et un amplificateur EDFA de gain d'amplification de 5 dB pour compenser les différentes pertes jusqu'aux abonnés la figure 3.10 montre ce sous système .

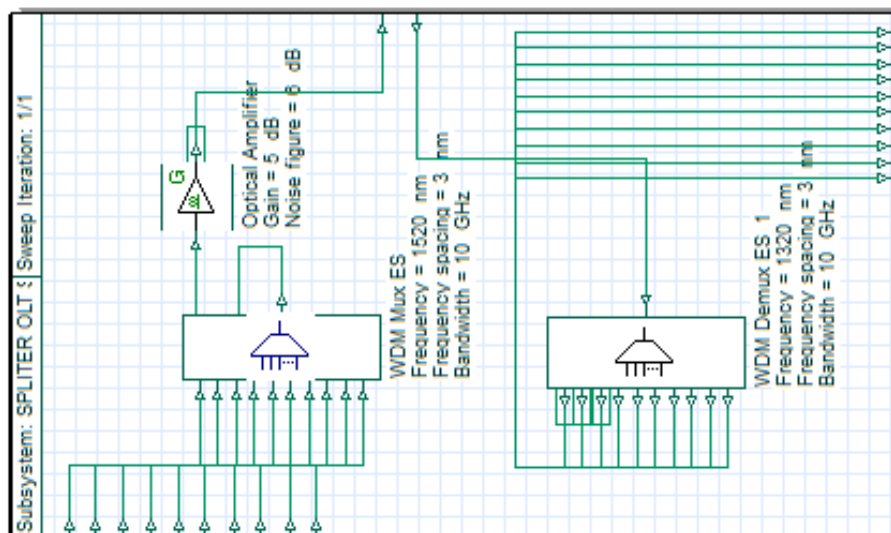


Fig.3.10: SPLITTER OLT SIDE

Le signal optique sera inséré dans la fibre optique qui va atteindre le Splitter à une distance qui sera ajustable selon les besoins de notre simulation (de 1 Km jusqu'a 100 Km), les plus importants paramètres de cette fibre qui va véhiculer l'information dans les deux sens sont une atténuation de 0.2 dB/Km, une dispersion de 16,75 Ps/nm/Km et une pente de dispersion de 0.075 Ps/nm²/km.

Dans la figure suivante on peut voir les signaux véhiculés dans la fibre après multiplexage c'est a dire le transfert de dix longueurs d'ondes différentes simultanément.

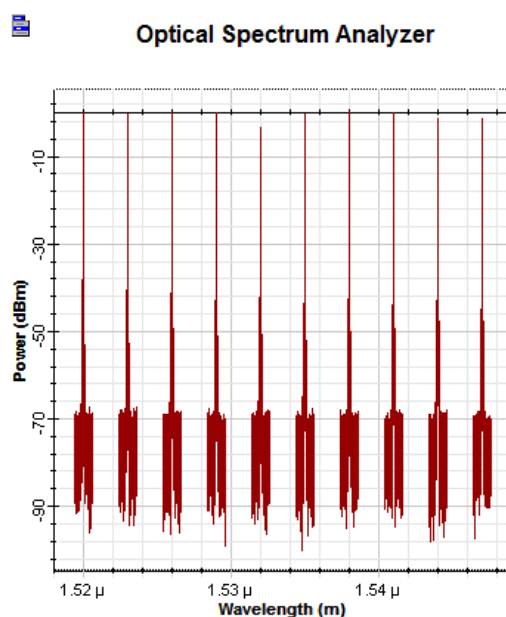


Fig.3.11: Spectre de la voie descendante dans la première fibre

A la fin de la première fibre on peut voir le bloque SPLITTER, ce dernier contient un multiplexeur et un dé multiplexeur (SPLITTERS) chacun sera utile pour une direction de trafic ,pour la voie descendante le signal sera dé multiplexé à 10 différentes branches et chaque branche sera liée à un ONT (terminal) ,pour la voie montante les signaux envoyés par les abonnés seront multiplexés et envoyés par le multiplexeur, dans ce sous système on prend les pertes de raccordement 0.04 dB pour chaque SPLITTER.

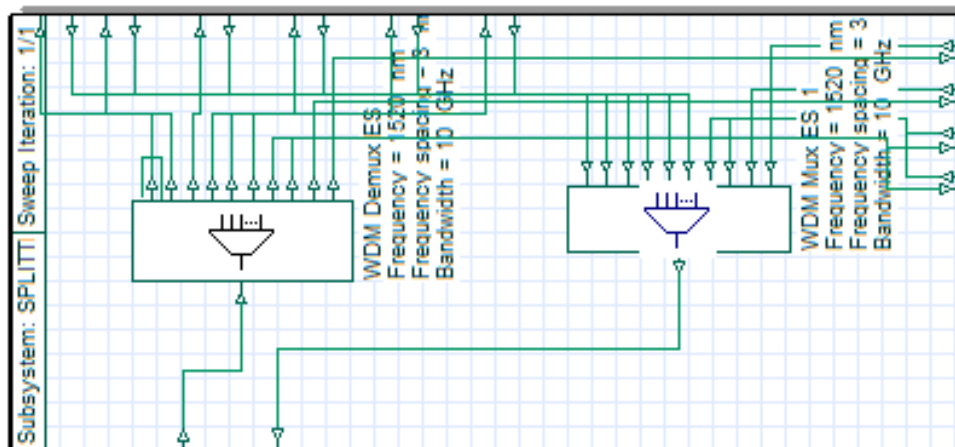


Fig.3.12: BLOCK SPLITTER

Pour distribuer les signaux aux usagers la transmission sera assurée par des fibres optiques ce qui est l'intérêt de l'FTTH qui assure des débits élevés jusqu'a l'ONT de l'utilisateur, maintenant on va passer au block d'utilisateurs ce block est destiné au abonnés dans ce dernier on trouve des sous-systèmes ONT qui captent les signaux de la voie descendante à l'aide des photodiodes PIN chaque abonné a le même système de détection.

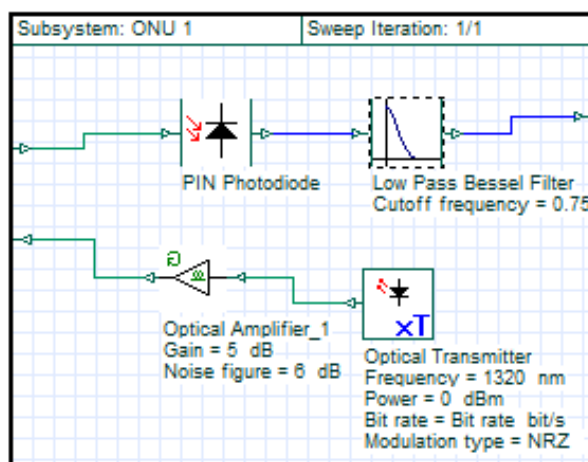


Fig.3.13: Block ONT

3.3.2.2. La voie montante

Dans la voie montante, le signal va faire le trajet inverse passant par les mêmes blocks donc avec les mêmes paramètres et les mêmes caractéristiques c'est à dire symétrique mais cette fois ci depuis les différents terminaux ONTs vers l'OLT, pour envoyer le signal dans ce sens, on utilise cette fois un émetteur dans chaque ONT pour assurer la retransmission des données envoyées par ces derniers.

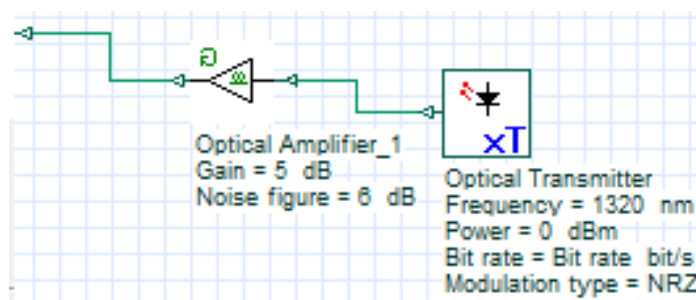


Fig.3.14: Emetteur de la voie montante.

La figure 3.15 montre le spectre d'émission d'un ONT.

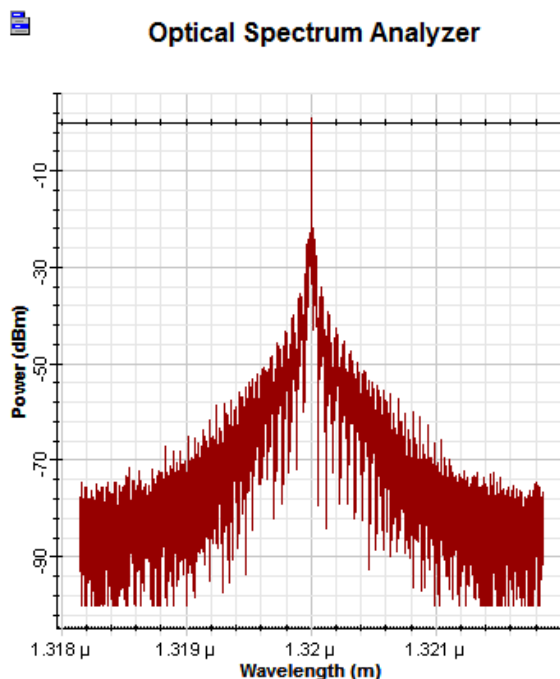


Fig.3.15: Spectre d'émission d'un ONT.

A la réception de l'OLT, le block SPLITTER OLT SIDE va dé-multiplexer le signal qui sera acheminé vers les différents récepteurs (photo détecteur PIN) dans le bloc récepteur OLT afin de récupérer le flux montant. cette partie de OLT est composée de plusieurs photodiodes chacune est destinée à récupérer le flux montant d'un abonné, comme illustrer dans la figure 3.16 qui représente le schéma du sous-système.

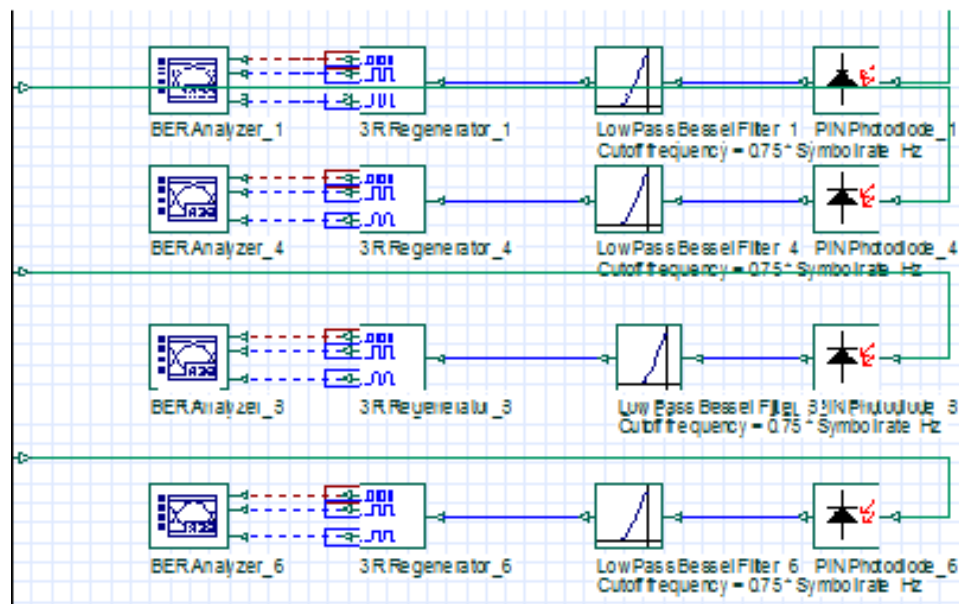


Fig.3.16: Schéma du block récepteur OLT

3.4. Tests et simulation du réseau MSAN et FTTH

3.4.1. Influence de la distance sur le facteur de qualité Q pour le réseau MSAN

Dans notre simulation du réseau d'accès MSAN, nous n'avons testé que l'influence de la distance des réseaux MSAN's par rapport au métro Switch car la partie de distribution étant en cuivre qui ne peut pas être simulée en Optisystem, les résultats des tests sont dans le tableau 3.1.

Distance(km)	0.1	0.2	0.5	1	2	4	8
Facteur Q	22.98	23.1	23.34	23.23	23.01	23.71	21.61

Tableau.3.1: Evolution du facteur Q selon les différentes distances.

Le facteur de qualité est presque constant, le changement de distance n'influence pas trop sur la qualité de transmission sachant que le MSAN ne peut être placé si loin du Métro Switch.

Le graphe de la figure 3.17 montre l'évolution du facteur Q en fonction de la distance en km.

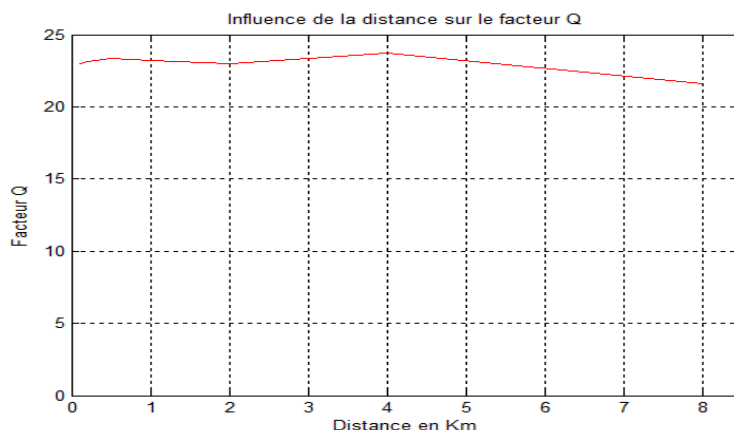


Fig.3.17. Représentation graphique du facteur Q en fonction de la distance.

La figure si dessous montre les résultats donnés par le BER Analyser de l'évolution du facteur Q et du diagramme de l'œil selon les différentes distances choisies.

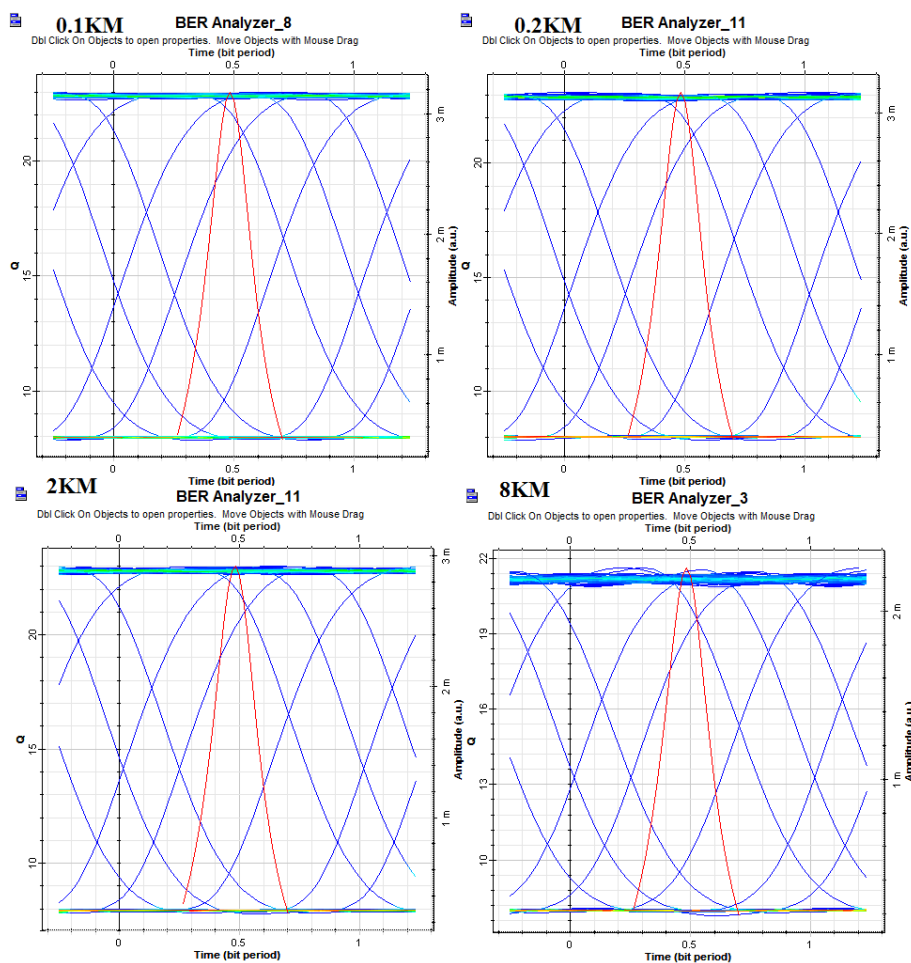


Fig.3.18: Evolution du facteur Q et du diagramme de l'œil selon les différentes distances.

3.4.2. Influence de la distance sur le facteur de qualité Q pour le réseau FTTH

Dans ce qui suit, on va tester l'influence de la distance sur le facteur de qualité Q, pour cela on va changer la distance entre l'OLT et le Splitter (la longueur de la fibre de transport) les résultats obtenus sont interprétés respectivement dans le tableau suivant et la figure 3.19.

Distance(km)	1	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Facteur Q	290.8	194.1	144	111.5	81.7	64	44.7	33.1	23.7	16	11.05

Tableau.3.2: Evolution de facteur Q selon les différentes distances

La figure 3.19 est un graphe qui montre l'évolution du facteur Q en fonction de la variation de la distance.

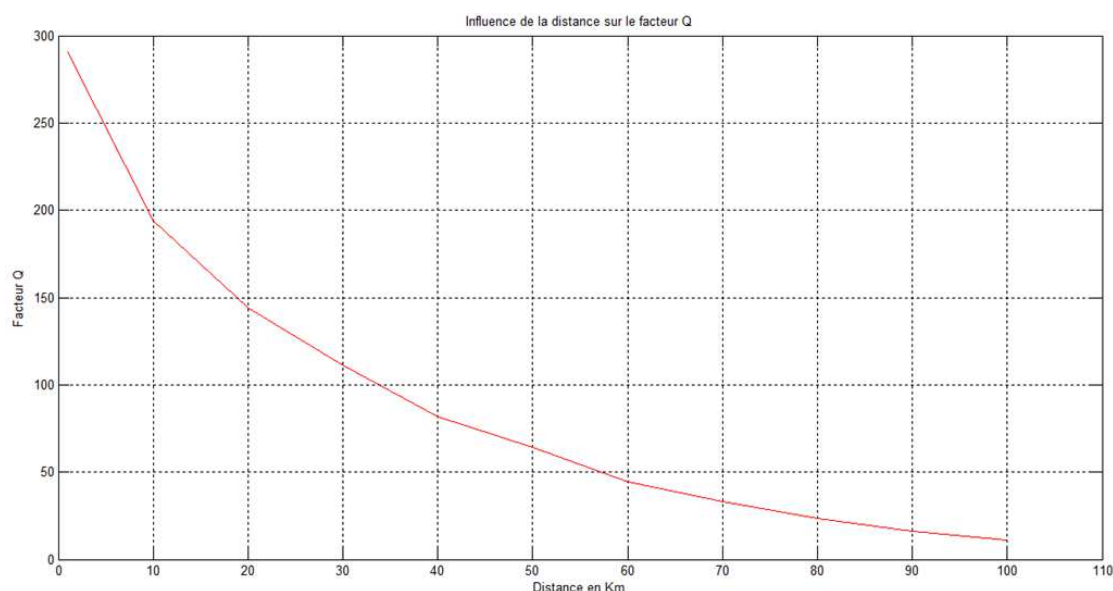


Fig.3.19: Représentation graphique du facteur Q en fonction de la distance.

On remarque d'après ce graphe que si la distance du réseau augmente, le facteur de qualité diminue.

La figure 3.20 montre les résultats donnés en termes de BER Analyser de l'évolution du facteur Q et du diagramme de l'œil selon les différentes distances sachant que le BER est négligeable vu qu'il est nul jusqu'à 70 km où on l'aperçoit mais il reste négligeable (autour de 10^{-241}).

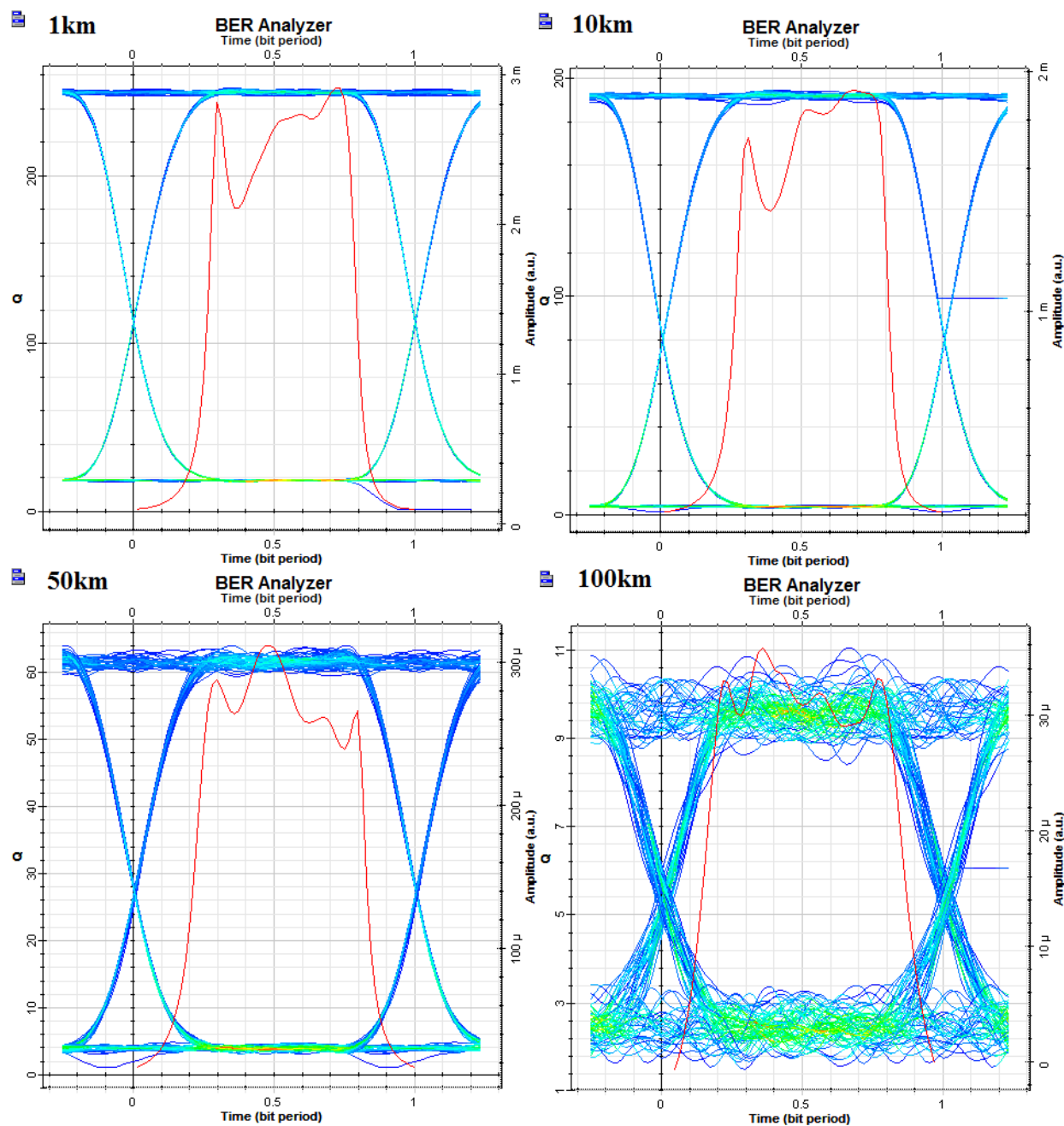


Fig.3.20: Evolution du facteur Q et du diagramme de l'œil selon les différentes distances.

D'après ces graphes obtenus, on peut voir que le diagramme de l'œil et le facteur de qualité sont bons dans les courtes distances et se dégradent lorsque celle-ci devient importante (au-delà de 60 km), on voit bien l'impact sur le diagramme qui commence à se défigurer mais la transmission reste quand même acceptable, il existe aussi d'autres facteurs qu'ils ont une influence sur l'état du signal au niveau de réception ces derniers seront abordés dans ce qui suit.

3.4.3. Test du réseau FTTH à différents débits

Grace aux grandes capacités des fibres, les réseaux de transmission par fibre optique sont conçus pour pouvoir transmettre des grands débits, dans le test suivant on va faire une simulation de quatre débits différents de 1, 2.5, 5 et 10 Gbit/s pour une même distance de 10 km, les résultats obtenus sont illustrés dans le tableau suivant :

Débit (Gb/s)	1	2.5	5	10
Facteur Q	215.27	194.01	154.845	4.858

Tableau.3.3: Evolution du facteur Q selon le débit de la liaison.

La figure 3.21 est une représentation graphique qui montre l'évolution du facteur Q en fonction du débit de la liaison.

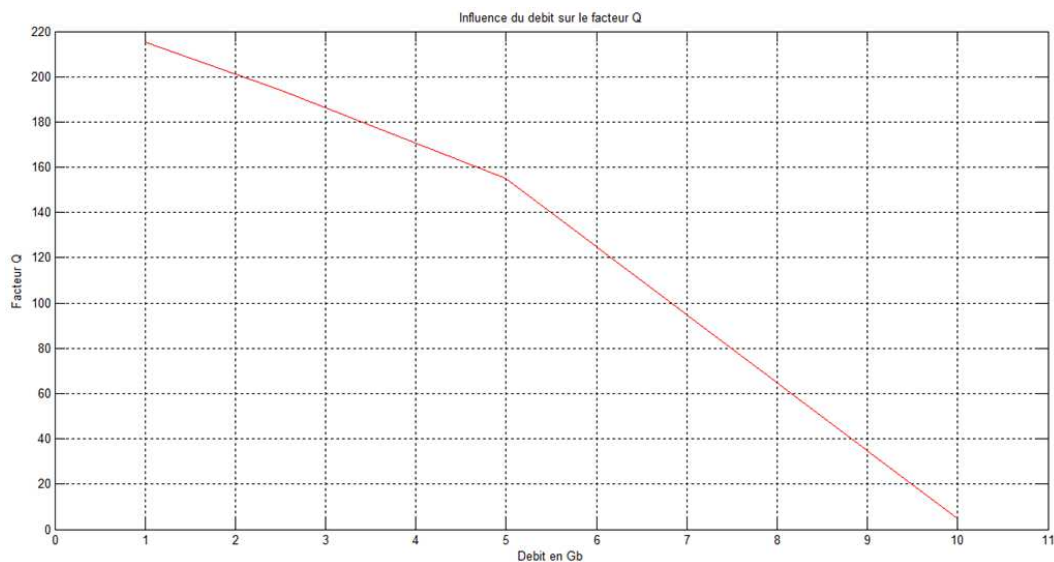


Fig.3.21: Représentation graphique du facteur Q en fonction de débit.

La figure.3.22 montre l'Evolution du facteur Q et du diagramme de l'œil dans notre réseau FTTH selon les différents débits de la liaison.

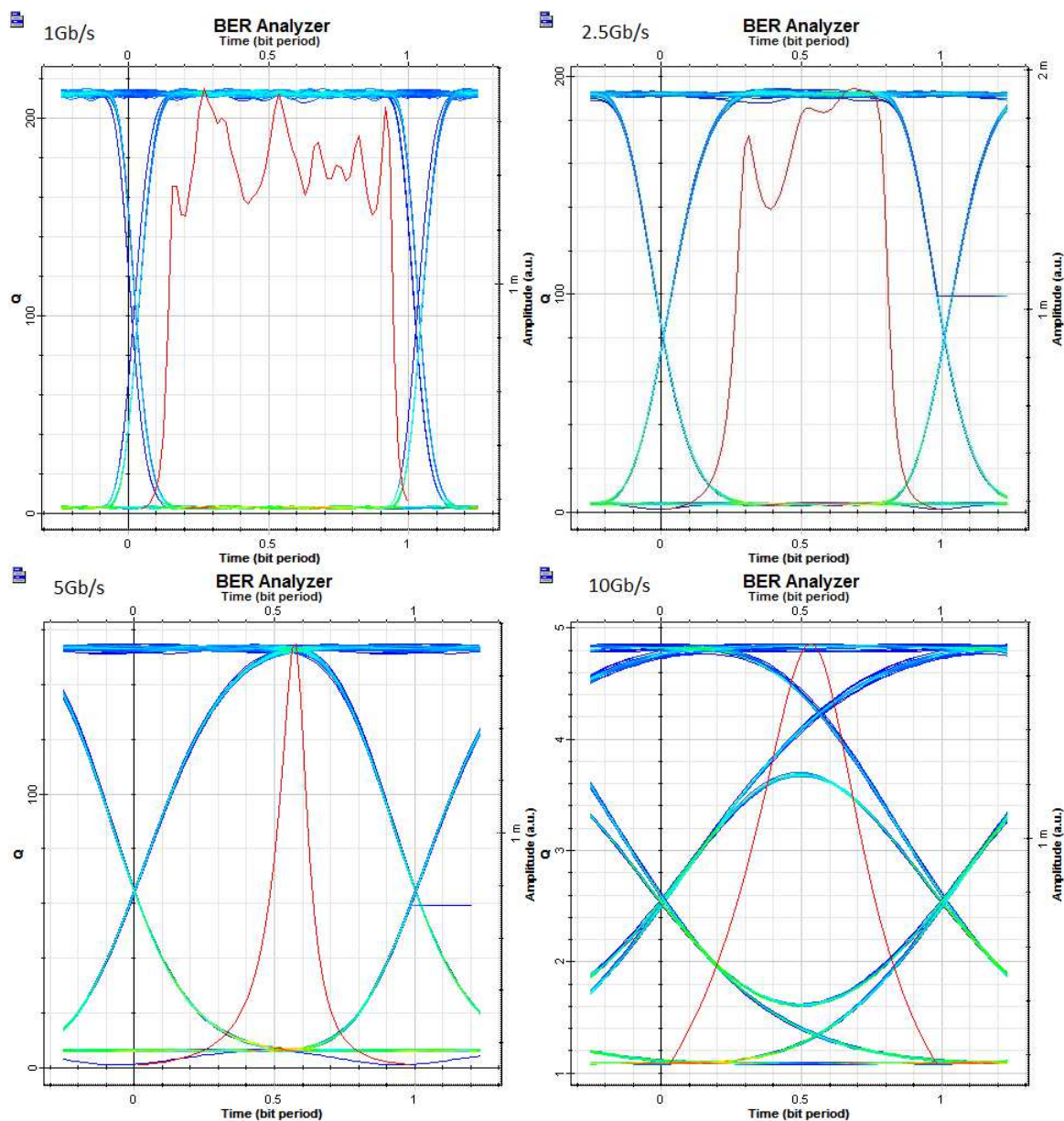


Fig.3.22: Evolution du facteur Q et du diagramme de l'œil selon les différents débits.

On remarque dans cette figure que la transmission pour les 3 premiers débits est bonne (pour 1, 2.5 et 5Gbit/s) par contre le dernier diagramme celui de 10 Gbit/s est un œil qui est un peu fermé elle a un facteur Q de 4.858 qui est inférieur du facteur minimum ($Q < 6$), ce qui rend la transmission impossible pour ce cas.

3.4.4. Effet des pertes de raccordement sur la transmission

Les pertes de raccordement ont un impact sur la qualité des transmissions et font un objet d'étude et de recherche pour l'amélioration des différents techniques et appareils de raccordement pour voir l'influence due à ces pertes, on va tester notre chaîne de transmission avec une longueur de fibre de transport fixe de 10 km en changeons chaque fois les pertes.

Le tableau dans la page suivante montre les résultats .

Pertes (dB)	0.04	5	10	12
Facteur Q	194.1	54	6.736	2.63

Tableau.3.4: Evolution de facteur Q selon les pertes de raccordements.

La figure 3.23 est une représentation graphique montre l'évolution du facteur Q pour chaque changement dans les pertes de raccordements.

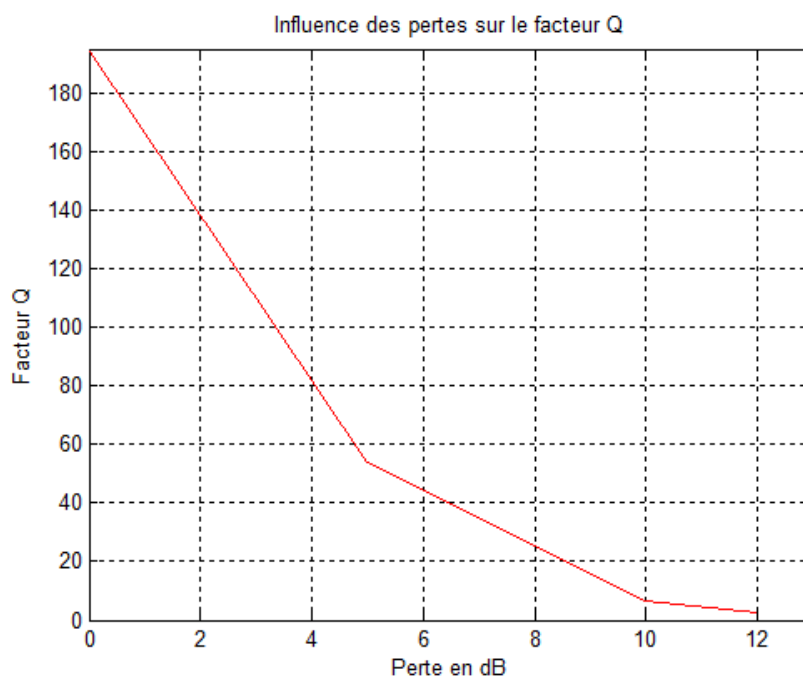


Fig.3.23: Représentation graphique du facteur Q en fonction des pertes de raccordements.

D'après le graphe de la figure 3.23 et la figure 3.24 on peut voir que les pertes de raccordement est un facteur à prendre en considération lors de la mise en place de ce genre de réseau vu l'impacte causé par ces pertes lorsqu'elles sont importantes.

La figure 3.24 présente la variation du facteur Q et du diagramme de l'œil selon les différentes pertes de raccordements.

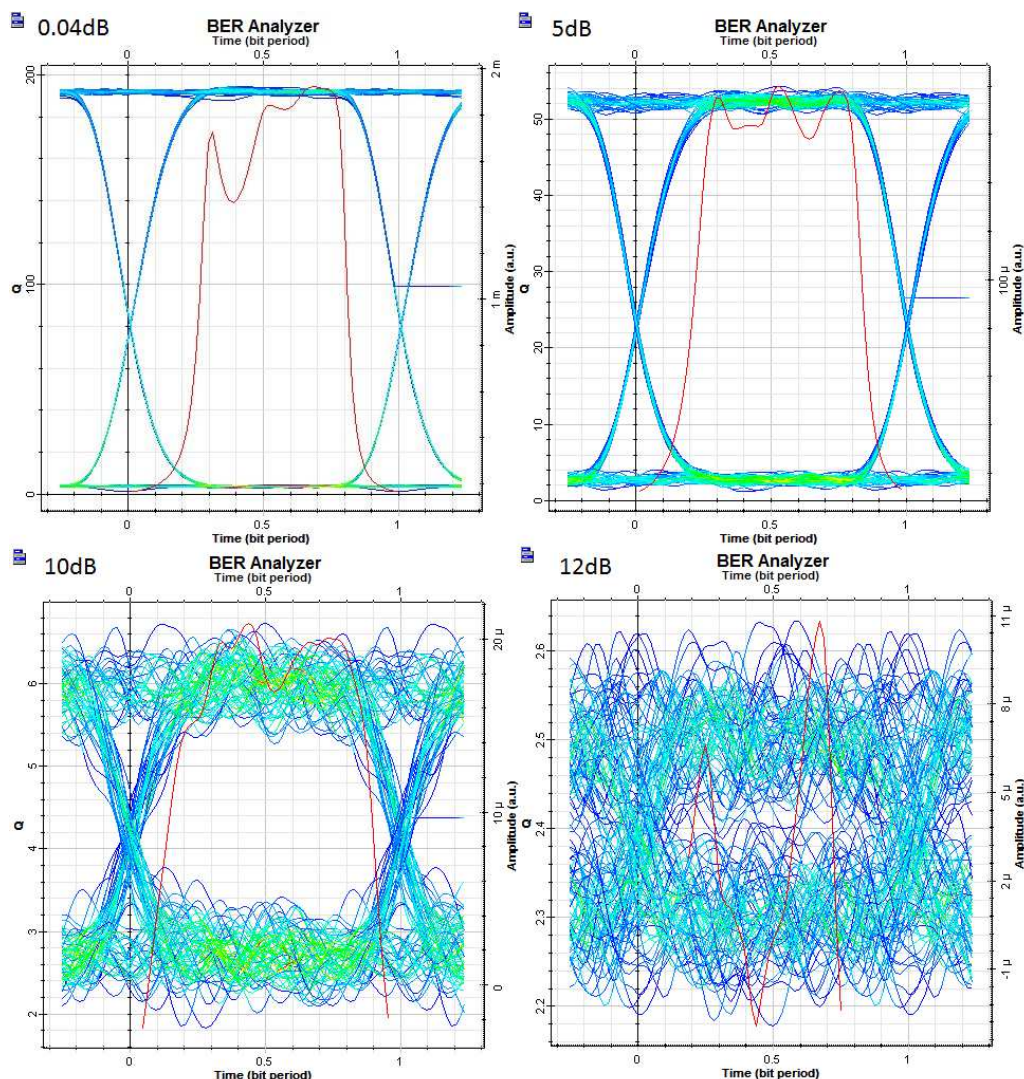


Fig.3.24: Facteur Q et du diagramme de l'œil selon les différentes pertes de raccordement.

3.4.5. Influence du nombre d'utilisateurs sur la transmission

Le nombre d'utilisateurs est un facteur à prendre en considération pour connaître la capacité du réseau, nous avons tester la qualité de réception de l'information en augmentant chaque fois le nombre des terminaux., le tableau3.5 montre la performance en terme du facteur Q selon le nombre d'abonnés.

Nombre d'utilisateurs	5	10	20	40
Facteur Q	283	280	273	259

Tableau3.5: Evolution de facteur Q selon le nombre d'utilisateurs .

La figure 3.25 est une représentation graphique qui montre l'évolution du facteur Q à travers les changements de nombre de terminaux.

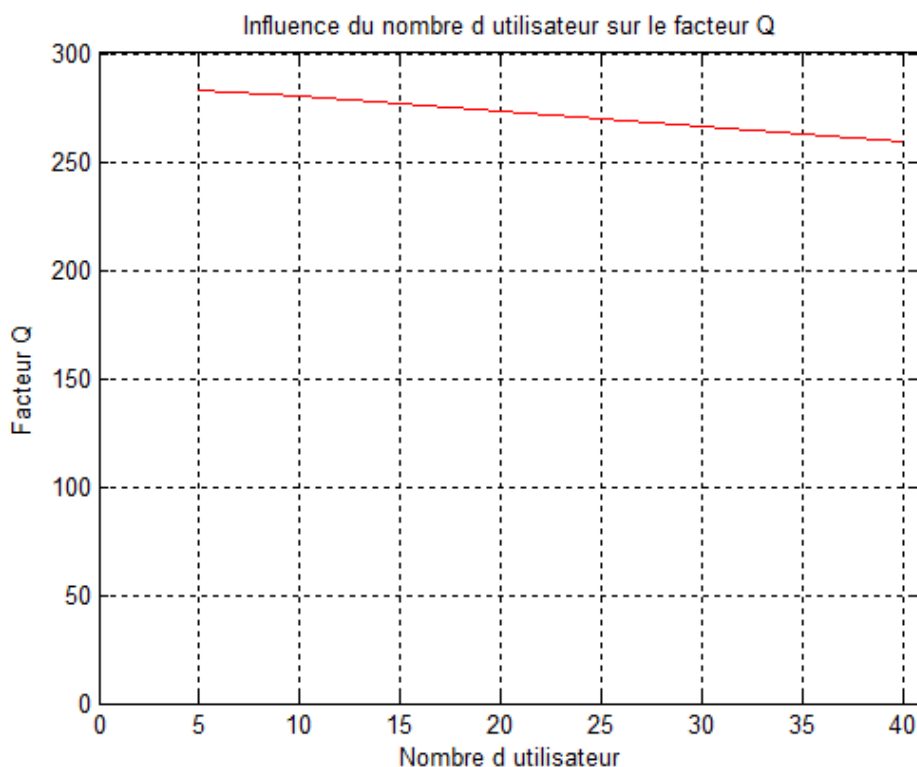


Fig.3.25: Représentation graphique du facteur Q en fonction de nombre d'utilisateurs.

Les résultats obtenus sont presque les mêmes donc pas une grande différence mais ce facteur a une limite de 128 utilisateurs rattachés à un seul splitter cette limite est une standardisation du réseau GPON que nous sommes incapables de le présenter dans notre simulation vu le grand nombre d'utilisateurs, en tout cas le nombre d'abonnés n'a pas une grande influence sur la qualité.

La figure.3.26 montre les différents affichages du facteur de qualité et diagramme de l'œil en augmentant le nombre de terminaux de façon croissante.

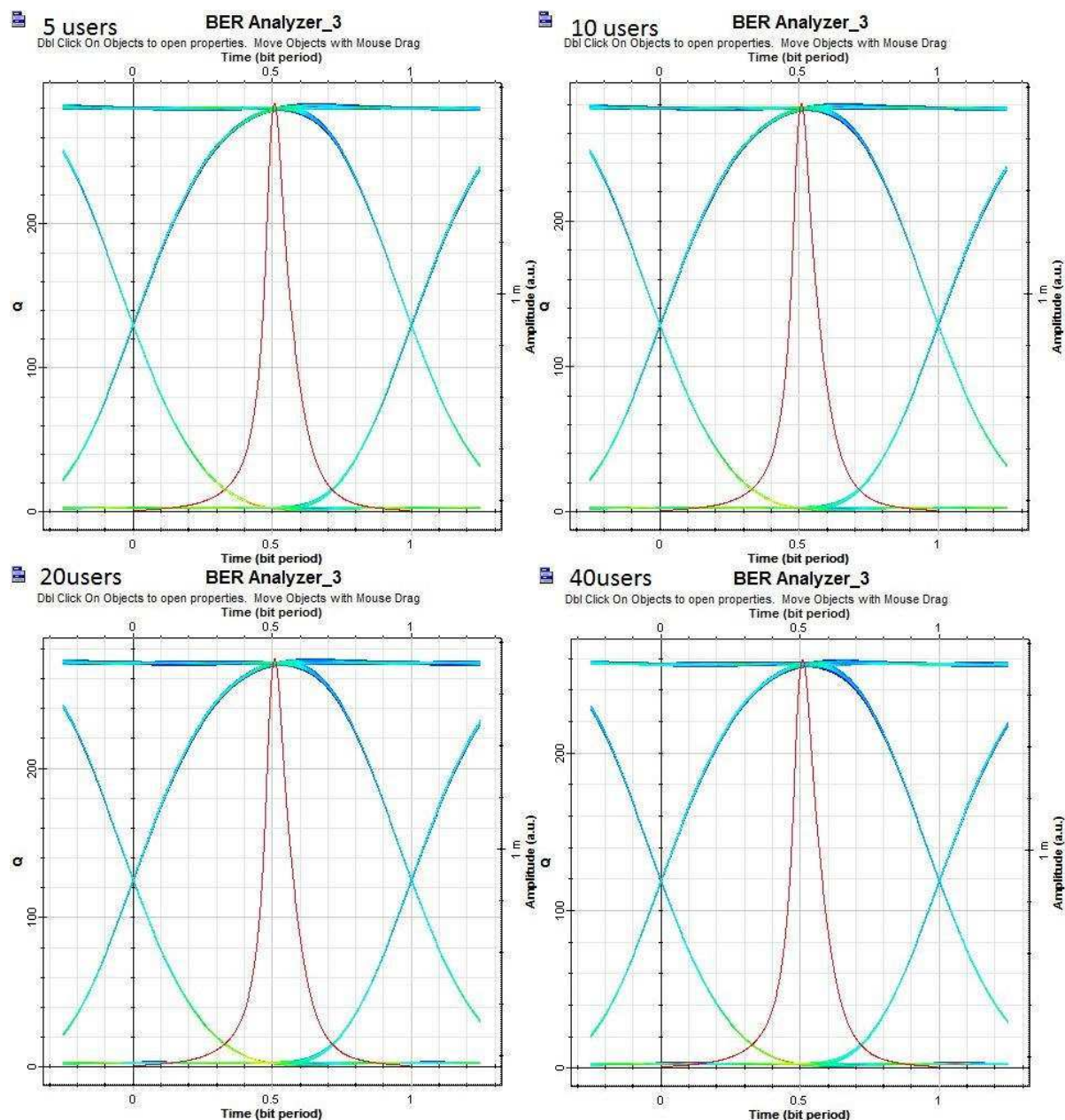


Fig.3.26: Facteur Q et du diagramme de l'œil selon le nombre utilisateurs.

3.5. Conclusion

Ce chapitre comprend la planification et la simulation des deux réseaux MSAN (nœud d'accès multiples) et FTTH (Fibre optique jusqu'au domicile) ainsi une simulation sur notre plan du réseaux WDM-GPON, cette dernière touche les différents côtés qui influencent une chaîne de transmission optique en haut débit, de plus une interprétation des résultats par des tableaux, les performances en terme du BER Analyser qui fait l'illustration du facteur de qualité Q et des diagrammes de l'œil qui permettent de tester et évaluer bien notre système de transmission optique.

Conclusion générale

Les réseaux NGN ont apporté les changements nécessaires pour remédier aux problèmes qui figurent dans les anciens réseaux, car ils assurent une bonne transmission et répondent aux exigences des utilisateurs grâce aux différents services à large bande et au débit considérablement élevé et même aux opérateurs en facilitant la phase de transition entre le réseau existant et les NGN.

Le MSAN est une progression en le comparant avec le réseau RTC, grâce à cette technologie l'opérateur s'est rapproché du client et ainsi minimiser les équipements et les pertes avec des communications optiques jusqu'au MSAN, comme pour le cas de l'Algérie ils ont gardé le réseau de distribution cuivre ce qui est un enjeu économique pour la société d'Algérie Telecom rendant le déploiement rapide et économique.

Le WDM-PON est une solution pour les problèmes déjà rencontrés avec les PON précédents notamment celui de la sécurité et de la confidentialité car celui-ci n'envoie plus le flux global vers tous les abonnés contrairement au PON, à chaque branche du splitter on ne trouve que le flux dédié à l'abonné raccorder à celle-ci, aussi c'est une solution pour les débits élevés comme on l'a vu dans le troisième chapitre on a pu atteindre 5 Gb.

Enfin, on peut dire que l'implémentation de ce genre de réseaux apporte du bien aux clients et aux opérateurs, mais pour assurer le bon fonctionnement il faut normaliser et standardiser les installations, ce qui donnera son fruit en qualité de vie des usagers et en fiabilité du réseau.

Bibliographie

[1] M.BELKHIATI,M.MAGHBOUNE, ingénieurs «Planification-et-optimisation-des-réseaux-optiques» ,Institut de télécommunications d'Oran ABDELHAFID BOUSSOUF,2007.

[2] H.ADDA BENZIANE,B.BEN AISSA CHERIF , ingénieurs «Etude de la dispersion chromatique et modale dans une fibre optique », Institut de télécommunications d'Oran ABDELHAFID BOUSSOUF,2005.

[3] R.DAHMANI, ingénieur « Etude d'un système de télécommunication par fibre optique à détection cohérente pour le haut débit», Institut de télécommunications d'Oran ABDELHAFID BOUSSOUF.2014.

[4] M.ZAKARIA ELQASSEMI, ingénieur «Ingénierie des MSAN's»,Ecole marocaine des sciences de l'ingénieur (EMSI),2010.

[5] DEHIBA,AISSAOUI, ingénieur « Configuration et supervision des MSAN's »,Institut de télécommunications d'Oran ABDELHAFID BOUSSOUF,2011.

[6] Y.M'MADI DJOUMBE, «Faire évoluer l'ensemble du cœur réseau et l'instauration d'une politique de sécurité dans le réseau de COMORES TELECOM»,Institut numérique,2012.

[7] S.BENYETTOU,L.BENALLEL, ingénieur «Etude des NGN et implémentation des MSAN dans la couche d'accès», Institut de télécommunications d'Oran ABDELHAFID BOUSSOUF,2011.

[8] «OBU020101 Vue d'ensemble sur le MSAN UA 5000»,HUAWEI.

[9] M.FASLA,K.BEKKI, ingénieur «Etude des technologies FTTH pour les services à large bande sur réseau d'accès tout optique», Institut de télécommunications d'Oran ABDELHAFID BOUSSOUF,2009.

Annexe

Annexe A

Le script de configuration du MSAN au niveau de la couche d'accès

Dans ce qui suit, on va présenter les différentes étapes de la configuration d'un MSAN au niveau de la couche physique et control

-Configuration de l'IPMB

[Global-config]

<Global-config>

Sysname AIN DEFLA_IPM_MSAN250

[Device-config]

<Device-config>

Board add 0/7 H603CSR

Board add 0/9 H603ADR

Board add 0/14 H605VDM

Board add 0/15 H603SHLB

[Public-config]

<Public-config>

Snmp-agent community read public

Snmp-agent community writes private

Snmp-agent target-host trap address C.C.C.C securityname private v1

Snmp-agent trap enable standard

[Vlan-config]

<Vlan-config>

Vlan X standard

Vlan Z smart

Vlan Y standard

Port vlan X 0/2 0

Après avoir entré le username et le password, on accède au système, on active le MSAN par la commande enable puis on le nome.

Ajout d'une carte de type H603ADR connu sous le nom d'ADRB au niveau du slot 9 du frame (0).

- Autorisation public de lecture.
- Autorisation privée d'écriture réservée à l'administrateur.

Ajout de l'adresse du serveur BMS qui représente l'hôte de destination, puis activation de l'agent SNMP.

Création d'un VLAN standard dédié à la voix.

Création d'un VLAN smart dédié à la data

Création d'un VLAN standard dédié à la gestion

Port vlan Y 0/2 0

Port vlan Z 0/2 0

Port vlan X 0/2 6

Port vlan Y 0/2 6

Port vlan Z 0/2 7

Port vlan Y 0/2 7

[Ipm]

<Ipm-0/2>

Interface ipm 0/2

Mdi 6 normal

Mdi 7 normal

Auto-neg 8 enable

Auto-neg 9 enable

Auto-neg 9 enable

[Port-config]

<Port-config>

Protect

Protect-group first 0/2/0 second 0/3/0 eth workmode timedelay enable

[bbs-config]

<bbs-config>

service-port vlan Y adsl 0/7/0 rx-cttr 6 tx-cttr 6

service-port vlan Y adsl 0/7/1 rx-cttr 6 tx-cttr 6

service-port vlan Y shdsl mode atm 0/15/15 rx-cttr 6 tx-cttr 6

[Config]

<Config>

rrpp mode rrpp

[Vlanif]

Attribution des trois VLAN au port uplink 0 de la carte 0/2 qui est l'IPMB

Associer les VLAN de voix et de gestion au port 6 de la carte IPMB qui est relié dans le backplane à la carte PVM pour transporter son flux au niveau supérieur.

Idem pour les VLAN de data et de gestion seulement là c'est via le port 7

Création automatique par le système d'interfaces prévues à des fins de configuration ou de maintenance.

Activation du mode de fonctionnement time delay entre les deux cartes IPMB se situant dans les slots 0/2 et 0/3.

Création des ports des abonnés au niveau des cartes de service, en indiquant le VLAN, le service, et le mode de transmission.

Réponse du système pour la confirmation.

<vlanif10>

Attribution de l'adresse IP de la carte IPMB, suivi du masque de sous réseau après indication du VLAN.

Interface vlanif X

Ip address A.A.A.A M.M.M.M

[meth]

Création automatique par le système d'un port Ethernet utilisé pour accéder à la carte.

<meth0>

Interface meth0

[Serial]

Création automatique par le système d'un port Serial utilisé pour accéder à la carte.

<serial0>

Interface serial0

Description HUAWEI, UA5000 Series, Serial0 Interface

[Null]

<null0>

[Post-system]

<Post-system>

Ip route-static 0.0.0.0 0.0.0.0 C.C.C.C

Return

-Configuration de la PVMB

[global-config]

<global-config>

Sysname AINDEFLA_PVM_MSAN250

Après avoir entré le username et le password, on accède au système, on active le MSAN par la commande enable puis on le nome.

[device-config]

<device-config>

Board add 0/6 H612E1TF

Board add 0/7 CSR

Board add 0/8 A32

Ajout des cartes de type E1TF, CSR, A32, TSS, ASL contrôlées par la PVM.

Board add 0/17 TSS

Board add 0/18 ASL

[Public-config]

<Public-config>

Snmp-agent community read public

Snmp-agent community writes private

Snmp-agent target-host trap address C.C.C.C securityname private v1

Snmp-agent trap enable standard

[Eth]

<Eth>

Interface eth

Ip address B.B.B.B M.M.M.M vlan_tag X

Ip address C.C.C.C M.M.M.M vlan_tag Y

[Qos-config]

<Qos-config>

Qos ip A.A.A.A strategy none

[Emu-config]

<Emu-config>

Emu add 0 power4875L 0 0 rs232 UA5000

[power4875l]

<Power4875L-0>

Interface emu 0

Interface emu 0

Power battery parameter 1 0.15 60 100

Power off load-off-state permit load-off-voltage 44.9

Power outside-digital 0 available-level low-level name HADB_Master_FAN digital-alarm 13

- Autorisation public de lecture.
- Autorisation privée d'écriture réservée à l'administrateur.

Ajout de l'adresse du serveur BMS qui représente l'hôte de destination, puis activation de l'agent SNMP.

Création d'une interface virtuelle avec adresse IP de gestion, plus le masque sous réseau, et on la tague avec le VLAN de la voix.

Critère de qualité de service non configuré.

Configuration automatique du système des paramètres des unités d'énergie ainsi que celle d'environnement.

Power outside-digital 1 available-level low-level name HABF_Ext_FAN

Power temperature-off load-off-state permit battery-off-state permit load-off- temperature 70
battery-off-temperature 50

[h248]

<H248-0>

Interface h248 0

Création d'une interface H.248.

If-h248 attribute mgip B.B.B.B mgport 2944 mg-media-P.P.P.P

Transfer udp mgcip_1 S.S.S.S mgcport_1 2944

If-h248 attribute start-negotiate-version 1

[Edt-attr]

<Edt-attr-0/6>

Attribution de l'adresse IP de la carte PVM vue du MSAN, l'adresse IP du média Gateway, le mode de transfert ainsi que l'adresse de la carte PVM vue du softswitch.

Interface edt 0/6

Création automatique du système des ports E1 se trouvant au niveau de la carte E1TF.

Runmode indep

[Esl-user useradd]

<esl-user useradd>

Création des ports d'abonné dans les cartes de service en utilisant une commande avec incrémentation automatique.

Esl user

Mgpstnuser batadd 0/7/0 0/12/31 0 terminalid 0

Mgpstnuser batadd 0/16/0 0/18/15 0 terminalid 128

[esl-user portattr]

<esl-user portattr>

Création des ports d'abonné KMS en ajoutant l'option KC pour l'envoi de la fréquence de taxation.

esl user

Pstnport kc batset 0/18/0 0/18/15 100 300 12kc 0

[Test]

<Test>

Activation de la carte de test.

Test

Testgroup set 0/17

Return

-Le script de configuration du MSAN au niveau de la couche contrôle

+++ ALGER SOFTX3000 2011-04-28 11:00:59+01:00

O&M #143740

%%LST MGW: EID="172.28.131.245:2944";%%

RETCODE = 0 Operation succeeded

Media gateway information

Equipment ID = 172.28.131.245:2944

Global MGW index = 152

MGW description = NULL

Gateway type = Access gateway

Control MID = 27

Protocol type = H248

Code type = ABNF

Master/Slave type = Master

Media resource server = Not supported

Special attributes = No fax

= No modem

= G723 support silence suppress

= G729 support silence suppress

= Support announcement

Support dynamic IP address = Not supported

Local IP address = 192.168.60.33

Local port = 2944

Remote IP address 1 = 172.28.131.245

Remote IP address 2 = 255.255.255.255

Remote IP address 3 = 255.255.255.255

Remote IP address 4 = 255.255.255.255

A cette étape on liste les détails concernant l'équipement 172.28.131.245 :2944 et cela afin de se renseigner sur son état et de le configurer par la suite.

Réponse du système disant que cette UA 5000 qui est de type média Gateway d'accès n'est pas encore implémenté au sein du réseau d'Algérie Télécom

Préciser que la passerelle media est du type media Gateway d'accès.

Définir que ce MSAN UA 5000 doit avoir le statut master

Le media ressources server MRS chargé des messageries vocale est désactivé.

Configuration des facilités supportées par l'équipement MSAN UA5000 telles que : la suppression d'écho.

L'adressage dynamique est désactivé

Attribution statique de l'adresse IP locale de l'équipement MSAN UA5000

Remote IP address 5 = 255.255.255.255

Remote port = 2944

La liste des codecs supportés par le média Gateway d'accès

Codec list = G.711A

User Rate = 0

+++ ALGER SOFTX3000 2011-04-28 11:01:58+01:00

O&M #143742

%%MOD MGW: EID="172.28.131.245:2944", MGWDESC=" EL ATTAF ",

PREMRSFLAG=NO;%%

RETCODE = 0 Operation succeeded

Sending result online

Frame number Slot number Module Sending result

2 2 27 Sent successfully

0 11 102 Sent successfully

(Number of results = 2)

--- END

+++ ALGER SOFTX3000 2011-04-28 11:02:31+01:00

O&M #143744

%%LST MGW: EID="172.28.131.245:2944";%%

RETCODE = 0 Operation succeeded

Media gateway information

Equipment ID = 172.28.131.245:2944

Global MGW index = 152

MGW description = EL ATTAF

Gateway type = Access gateway

Control MID = 27

Protocol type = H248

Code type = ABNFTDM termination ID prefixI = 0

A ce moment on va implémenter dans le réseau d'AT notre équipement MSAN UA5000 ayant l'adresse IP : 172.28.131.245 et on l'active après l'attribution d'un nom à travers lequel il sera connu dans notre cas on l'a nommé EL ATTAF .

D'après la réponse du système, on constate que notre opération d'implémentation à réussi.

On précise que le protocole H248 doit être utilisé par le média Gateway d'accès portant le numéro d'équipement 172.28.131.245 :2944

TDM termination ID prefix2 = 65535

TDM termination ID prefix3 = 65535

TDM termination ID prefix4 = 65535

RTP termination ID prefix = 1

Master/Slave type = Master

Media resource server = Not supported

Special attributes = No fax

= No modem

= G723 support silence suppress

= G729 support silence suppress

= Support announcement

Preference MRS 1 = NULL

Preference MRS 2 = NULL

Support dynamic IP address = Not supported

Local IP address = 192.168.60.33

Local port = 2944

Le port local utilisé par l'équipement UA 5000 est le 2944

Remote IP address 1 = 172.28.131.245

Remote IP address 2 = 255.255.255.255

Remote port = 2944

Codec list = G.711A

--- END

+++ ALGER SOFTX3000 2011-04-28 11:03:03+01:00

O&M #143745

Sending result online

Frame number Slot number Module Sending result

2 2 27 Sent successfully

0 11 102 Sent successfully

--- END

Annexe B

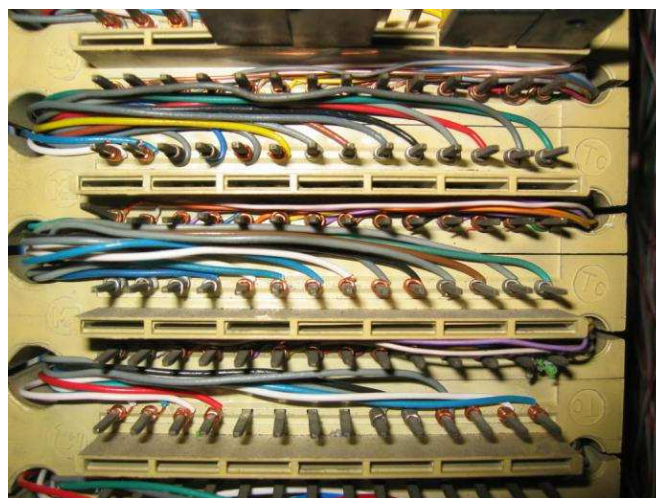
Dans cette partie nous avons détailler la partie distribution en cuivre du réseau d'accès MSAN et aussi quelques images des cartes PON au niveau de l'OLT.

-Partie distribution



MSAN OUTDOOR

La figure au dessus représente un MSAN OUTDOOR avec sa réglette de jarretière cuivre pour la distribution vers les abonnés a travers les câbles de couleurs.

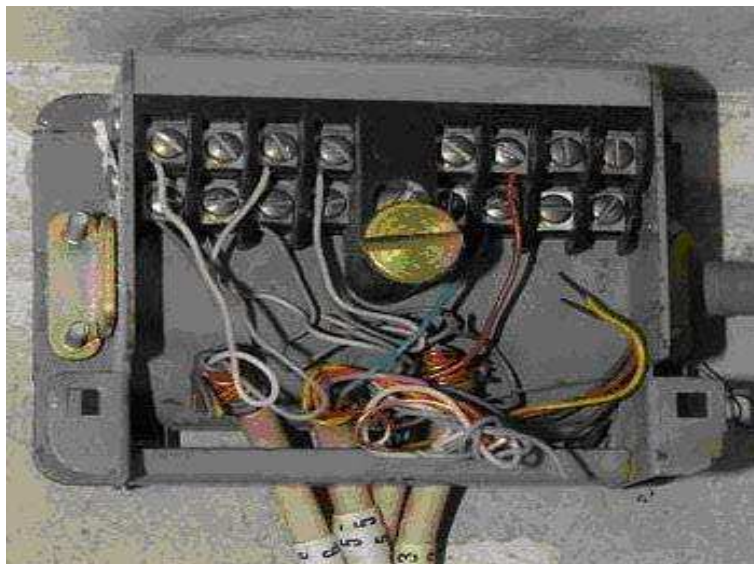


Raccordement au niveau de la réglette

Les cartes d'abonnés du MSAN comme par exemple une carte qui comporte 48 client ressort du MSAN avec 48 paires de jarrettière celle ci sera raccorder a la réglette pour l'organisation et le repérage ensuite elle arrivera chez le client a travers les câbles de 48 paires ou plus passant par le PC (point de concentration) ensuite le filtre qui va partager la liaison voie de la liaison ADSL.

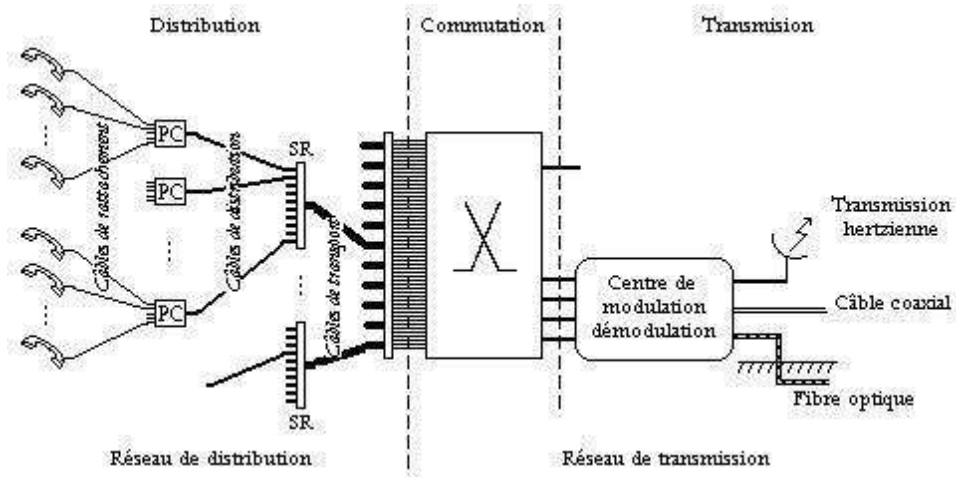


Câble 48 paires



Point de Concentration (PC)

Les points de concentration sont souvent des petits boîtiers accrochés aux murs des façades des bâtiments ou sur des poteaux, à partir de ce boîtier en trouve le départ de client c'est à dire chaque abonné a sa propre paire.



Structure fonctionnelle du RTC traditionnel

Non seulement le MSAN a intégré la voix et le data en dans un même équipement mais il a aussi éliminé d'autres composants de la chaîne comme le centre de modulation, les commutateurs et les répartiteurs.

-Cartes et équipements FTTH



Châssis OLT

Le châssis est composé de 14 cartes de service de type PON, une carte de contrôle et une carte d'alimentation, chaque carte de service comporte huit ports PON comme montré dans la figure suivante

