



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة عبد الحميد ابن باديس مستغانم
Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem
كلية العلوم والتكنولوجيا
Faculté des Sciences et de la Technologie



N° d'ordre : M...../GE/2018

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE DE MASTER ACADEMIQUE

Filière : Électronique

Spécialité : Système des télécommunications

Thème

DIMENSIONNEMENT DU RESEAU D'ACCES MSAN

Présenté par :

- CHERRARA FATIMA ZAHRA
- CHERGUIA SOUAD

Soutenu le 01 / 07 / 2018 devant le jury composé de :

Président : M. DAOUD Mohamed

Examineur 1 : M. SOLTANE BENALLOU Abdelkader

Examineur 2 : M. AHMADOUCHE Ahmed

Encadreur : Mme. Benchellal Amel

Année Universitaire : 2017 / 2018

Table des matières

Dédicace	I
Remerciements	II
Résumé	III
Abstract	IV
Table des matières	V
Liste des abréviations	VIII
Liste des figures	X
Liste des tableaux	XII

INTRODUCTION GENERALE

Introduction générale.....	2
----------------------------	---

Chapitre 1 : Etude de l'évolution des réseaux d'accès fixes

1.1 Introduction	Erreur ! Signet non défini.
1.2 Description du réseau téléphonique commuté(RTC)	Erreur ! Signet non défini.
1.3 Etude du concept NGN	Erreur ! Signet non défini.
1.3.1 Architecture physique du réseau NGN :	Erreur ! Signet non défini.
1.3.1.1 Le Media Gateway (MG) :	Erreur ! Signet non défini.
1.3.1.2 La Signalling Gateway (SG) :	Erreur ! Signet non défini.
1.3.1.3 Le Soft Switch ou MGC :	Erreur ! Signet non défini.
1.3.1.4 Switches :	Erreur ! Signet non défini.
1.3.1.5 DSLAM :	Erreur ! Signet non défini.
1.3.1.6 Le Multi Service Access Node (MSAN) :	Erreur ! Signet non défini.
1.4 Les type des NGN :	Erreur ! Signet non défini.
1.5 Modèle d'architecture en couche :	Erreur ! Signet non défini.
1.6 Les services fournis par le NGN :	Erreur ! Signet non défini.
1.7 Les avantage du NGN :	Erreur ! Signet non défini.
Conclusion.....	Erreur ! Signet non défini.

Chapitre 2 : Etude de la solution MSAN

2.1 Introduction	Erreur ! Signet non défini.
2.2 MSAN dans le réseau NGN	Erreur ! Signet non défini.
2.3 Le réseau multiservice RMS	Erreur ! Signet non défini.
2.3.1 Equipements de la couche de transport.....	Erreur ! Signet non défini.
2.3.2 Equipements de la couche d'accès	Erreur ! Signet non défini.
2.4 Les type de cabinets MSAN MA5600T	Erreur ! Signet non défini.

2.5 L'architecture fonctionnelle du MSAN MA5600T.....	Erreur ! Signet non défini.
2.6 Les cartes utilisées dans l'équipement MSAN (MA5600T)	Erreur ! Signet non défini.
2.7 Les services offerts par le MSAN(MA5600T).....	Erreur ! Signet non défini.
2.7.1 Les services Broadband (Triple Play)	Erreur ! Signet non défini.
2.7.1.1 Le service de télévision sur IP (IPTV).....	Erreur ! Signet non défini.
2.7.2 Les services Narrowbands	Erreur ! Signet non défini.
2.7.2.1 Le service de voix sur IP (POTS)	Erreur ! Signet non défini.
2.7.2.2 Le service RNIS	Erreur ! Signet non défini.
2.8 Evolution du Réseau d'accès Haut Débit vers le Très Haut Débit (solution TTH) :	Erreur ! Signet non défini.
2.8.1 La fibre jusqu'à l'abonné (FTTH)	Erreur ! Signet non défini.
2.8.2 Topologie FTTH	Erreur ! Signet non défini.
2.8.3Équipement principale dans un réseau FTTH	Erreur ! Signet non défini.
Conclusion.....	Erreur ! Signet non défini.
Chapitre 3 : Simulation et Résultats	
Partie1 : Description d'une chaîne de transmission Fibre optique en télécommunication	Erreur ! Signet non défini.
3.1 Introduction :	Erreur ! Signet non défini.
3.2 Présentation d'une chaîne de transmission par fibre optique	Erreur ! Signet non défini.
3.2.1 Partie émission	Erreur ! Signet non défini.
3.2.1.1 Les LEDs (Light Emitting diode)	Erreur ! Signet non défini.
3.2.1.2 Les diodes LASER.....	Erreur ! Signet non défini.
3.2.1.3 Technique de modulation.....	Erreur ! Signet non défini.
3.2.2 Support de transmission (la fibre optique).....	Erreur ! Signet non défini.
3.2.3 Le récepteur optique	Erreur ! Signet non défini.
3.2.3.1 Le photodétecteur.....	Erreur ! Signet non défini.
3.3 Critères et méthodes d'évaluer la qualité de transmission :	Erreur ! Signet non défini.
3.3.1 Taux d'erreurs binaires :	Erreur ! Signet non défini.
3.3.2 Facteur de qualité :	Erreur ! Signet non défini.
3.3.3 Diagramme de l'œil	Erreur ! Signet non défini.
Partie 2 : Simulation et résultats.....	Erreur ! Signet non défini.
3.4 Présentation du logiciel Optisystem	Erreur ! Signet non défini.
3.4.1 Interface de l'OptiSystem	Erreur ! Signet non défini.
3.4.2 Paramètres caractéristiques.....	Erreur ! Signet non défini.
3.4.3 Application d'Optisystem	Erreur ! Signet non défini.
3.4.4 Principales caractéristiques du logiciel Optisystem	Erreur ! Signet non défini.

3.5 Description du système	Erreur ! Signet non défini.
3.6 Résultats de simulation :	Erreur ! Signet non défini.
3.6.1 La liaison descendante :	Erreur ! Signet non défini.
3.6.2 La liaison montante :	46
Conclusion.....	49
CONCLUSION GENERALE	
Conclusion générale	51
BIBLIOGRAPHIE	XIII
WEBOGRAPHIE.....	XIII

Abstract

The fixed access network occupies a larger place in terms of investment, income and number of subscribers in the panorama of telecommunications systems. Growth in demand for fixed service has attracted the attention of operators to review the architecture of their network.

The problem of transition to an architecture NGN (Next Generation Network) of the core network of an operator consist in reducing costs and improving the incomes by using a single infrastructure based on IP technology to transport any type of flow, voice, data and video and access to any technology.

During our graduation internship, we focused on the studying of the NGN concepts, access networks and the implementation of the MSAN in the access layer, and supporting the process of migrating to the solution of Huawei Technologies MA5100.

Keywords: Access Network, NGN, MSAN, MA5100 solution, IPTV, VOIP.

Liste des figures

Fig. 1.1 : Hiérarchie du réseau RTC.....	5
Fig. 1.2 : Architecture générale d'un réseau NGN.....	8
Fig.2.1 :MSAN dans le réseau NGN.....	14
Fig. 2.2 :L'architecture du Backbone IP/MPLS- RMS.....	15
Fig.2.3 : La liaison Métro_MSAN.....	16
Fig. 2.4 : L'équipement MSAN et son alimentation.....	17
Fig. 2.5: Le MSAN Outdoor/Indoor.....	17
Fig. 2.6 : Architecture logique du MSAN.....	19
Fig. 2.7 : Service Triple Play.....	21
Fig. 2.8 : Structure du réseau VoIP.....	23
Fig. 2.9 : L'architecture de service RNIS.....	24
Fig. 2.10 : Architecture P2P.....	25
Fig. 2.11 :Architecture point multipoint.....	25
Fig. 2.12:Optical line Termination (OLT).....	26
Fig. 2.13: Optical Network Unit (ONU).....	26
Fig. 2.14 : Principe général de coupleur optique.....	27
Fig. 2.15: Schéma synoptique d'une transmission Fiber To The Home.....	28
Fig. 3.1 : Schéma de principe d'une transmission par fibre optique.....	30
Fig. 3.2 : Schéma simplifié d'une LED.....	32
Fig. 3.3 : Schéma simplifié d'un modulateur de Mach-Zehnder.....	33
Fig. 3.4 : Schéma simplifié d'une fibre optique.....	34
Fig. 3.5 : Un récepteur optique (photodétecteur).	35
Fig. 3.6 : Interface d'utilisateur graphique (GUI).	37
Fig. 3.7 : Schéma d'un photodétecteur sous Optisystem.....	38
Fig. 3.8 : Interface de définition du photodétecteur.	38
Fig. 3.9 : le schéma en bloc de la liaison Métro_MSAN.....	41
Fig. 3.10 : les sous système de la simulation.....	42
Fig. 3.11 : Diagramme de l'œil d'une distance de 20 km.....	44
Fig. 3.12 : Diagramme de l'œil d'une distance de 30 km.....	44
Fig. 3.13 : Diagramme de l'œil d'une distance de 40 km.....	44
Fig. 3.14 : Diagramme de l'œil d'une distance de 50 km.....	45

Fig. 3.15 : la variation de Q en fonction de la distance du F.O.....	46
Fig. 3.16 : Diagramme de l'œil d'une distance de 20 km	46
Fig. 3.17 : Diagramme de l'œil d'une distance de 30 km	47
Fig. 3.18 : Diagramme de l'œil d'une distance de 40 km	47
Fig. 3.19 : Diagramme de l'œil d'une distance de 50 km	47
Fig. 3.20 : la variation de Q en fonction de la distance du F.O.....	48

1.1 Introduction

Les réseaux traditionnels de téléphonie fixe comme leurs noms l'indiquent « Réseau Téléphonique Commuté (RTC) » sont basés sur la commutation de circuits (aussi nommée transmission TDM).

Ce type de commutation est caractérisé par l'établissement de circuit entre deux extrémités du réseau, assurant ainsi une transmission en temps réel. En plus de son rôle principal qui est le transfert de la voix, ce réseau de téléphonie cohabite avec un ou plusieurs réseaux dédiés au transport de données (dont le réseau utilisé pour la fourniture de services haut-débit DSL).

1.2 Description du réseau téléphonique commuté(RTC)

Le réseau téléphonique commuté est le réseau historique de la téléphonie. Il est conçu particulièrement pour offrir le service de la voix, ce qui devient une contrainte majeure de nos jours où les services multimédias sont de plus en plus en demande.

La structure d'origine du réseau RTC est hiérarchisée selon 3 niveaux :

1. Commutateur à Autonomie d'Acheminement (CAA),
2. Commutateur de Transit Secondaire (CTS)
3. Commutateur de Transit Principal (CTP).

Les CAA sont au bas de la hiérarchie : ils accueillent les abonnés et peuvent établir différents types de communications : lorsqu'une communication concerne deux abonnés d'un même CAA, celui-ci gère l'établissement de manière totalement autonome. Dans le cas contraire, il fait transiter la communication vers d'autres commutateurs, CTS voire CTP.

Le réseau RTC est basé sur la hiérarchie donnée par le schéma suivant :

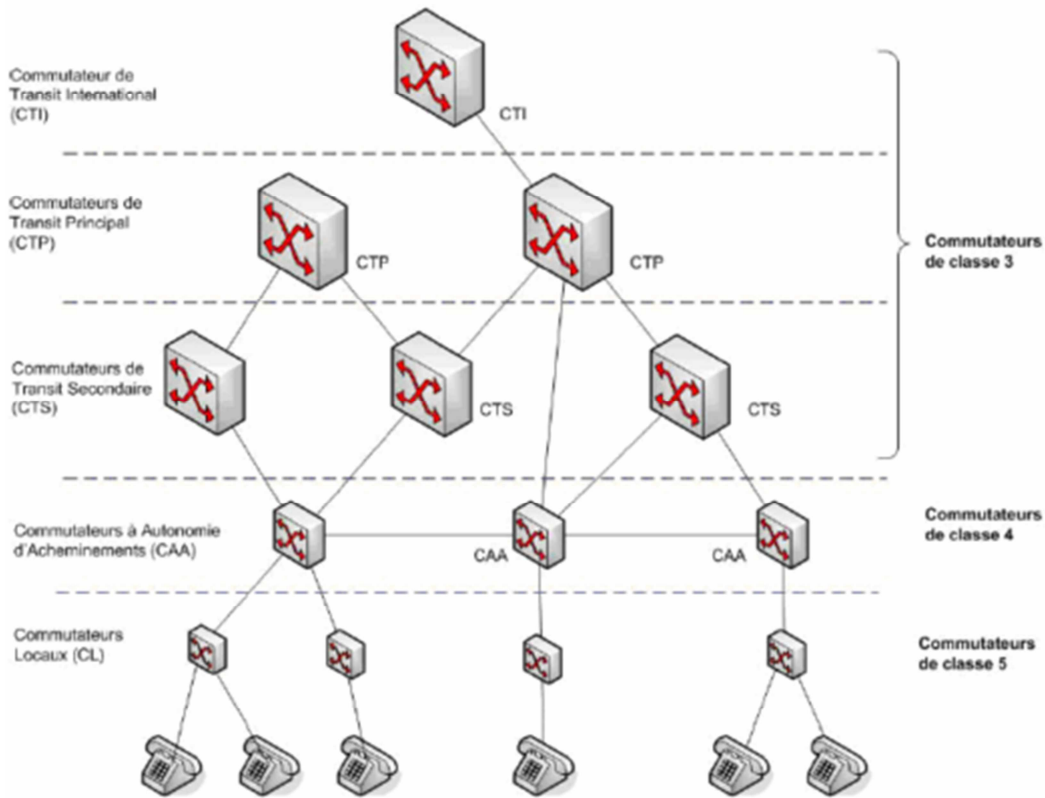


Fig.1.1 : Hiérarchie du réseau RTC

Les nouvelles tendances du monde des télécommunications ont fait part d'une utilisation de trafic de données, souvent plus importante que le trafic vocal ce qui favorise l'utilisation des réseaux IP au lieu des vieux réseaux TDM. Pour cette fin, il faut envisager des solutions à large bande passante, capable de supporter la demande croissante pour les services multimédias, d'où la migration vers le réseau NGN.

1.3 Etude du concept NGN

Le passage à une architecture NGN pour les réseaux de téléphonie commutée est que le commutateur traditionnel est scindé en deux éléments logiques distincts : le media gateway pour assurer le transport et le softswitch pour assurer le contrôle d'appel. Cette évolution permet théoriquement des gains en termes de performance et d'optimisation des coûts, mais elle peut aussi faciliter le déploiement de nouveaux services.

1.3.1 Architecture physique du réseau NGN :

1.3.1.1 Le Media Gateway (MG) :

Le Media Gateway est situé au niveau du transport des flux média entre le réseau en mode paquet et les réseaux RTC, ou entre les réseaux d'accès et le cœur de réseau NGN.

Il a pour rôle :

- La mise en paquets et le codage du flux média reçu du RTC et vice-versa (conversion du trafic TDM / IP).
- La transmission des flux média reçus, suivant les instructions du Media Gateway.
- La gestion de la disponibilité de la couche physique ainsi que la détection de fautes.

1.3.1.2 La Signalling Gateway (SG) :

La fonction SG converti la signalisation échangée entre le réseau externe interconnecté et le réseau NGN, mais sans l'interpréter (ce rôle étant dévolu au Media Gateway). Finalement, elle assure l'adaptation de la signalisation au protocole de transport utilisé.

1.3.1.3 Le Soft Switch ou MGC :

C'est l'équipement intelligent du réseau NGN. Il gère :

- ✓ L'échange et l'interprétation des messages de signalisation transmise par les passerelles de signalisation.
 - ✓ Le routage des paquets au sein du réseau.
 - ✓ Le choix du MG de sortie selon l'adresse du destinataire, la charge du réseau et le type d'appel.
 - ✓ La réservation des ressources des Media Gateway et leurs commandes.
- Le Soft Switch peut être implanté sur un serveur ou installé sur un commutateur traditionnel TDM ou un équipement différent comme un Media Gateway. Dans ce cas, on parlera d'architecture distribuée.

1.3.1.4 Switches :

Les switches sont largement utilisés dans les réseaux de nouvelle génération afin d'assurer la commutation à large capacité. Il existe différentes gammes tel que les switches ZTE, et la gamme Huawei.

1.3.1.5 DSLAM :

C'est une armoire qui comporte un certain nombre de lignes ou de modems (de 500 à 1000), chaque carte peut gérer de 25 à 72 abonnés. Le DSLAM représente un multiplexeur d'accès qui permet de transmettre uniquement les données de la technologie xDSL.

A présent, les DSLAM ont été complètement remplacés par les MSANs.

1.3.1.6 Le Multi Service Access Node (MSAN) :

Les MSAN constituent une évolution des DSLAM. Un MSAN est un équipement qui existe dans la plupart des architectures NGN, un point d'entrée vers les réseaux d'accès des opérateurs. La seule différence avec DSLAM, c'est que le châssis ne peut supporter que des cartes des services de type xDSL, un MSAN supporte des cartes RNIS, Ethernet, ... Ce qui permet de déployer toutes les technologies d'accès sur le réseau.[1]

1.4 Les types des NGN :

Il existe trois types de réseaux NGN : NGN Class 4, NGN Class 5 et NGN Multimédia.

Les NGN Class 4 et Class 5 sont des architectures de réseau offrant uniquement les services de téléphonie. Il s'agit donc de NGN téléphonique. Dans le RTC, un commutateur Class 4 est un centre de transit. Un commutateur Class 5 est un commutateur d'accès aussi appelé centre à autonomie d'acheminement. Le NGN Class 4 respectivement NGN Class 5) émule donc le réseau téléphonique au niveau transit (respectivement au niveau accès) en transportant la voix sur un mode paquet.

Le NGN Multimédia est une architecture offrant les services multimédia (messagerie vocale/vidéo, conférence audio/vidéo, Ring-back tone voix/vidéo) puisque l'utilisateur a un terminal IP multimédia. Cette solution est plus intéressante que les précédentes puisqu'elle permet à l'opérateur d'innover en termes de services par rapport à une solution NGN téléphonique qui se cantonne à offrir des services de téléphonie.

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 d'offrir des services multimédia à des usagers disposant d'un accès large bande tel que xDSL, câble, WiFi/WiMax, EDGE/UMTS, etc.[2]

1.5 Modèle d'architecture en couche :

Le passage à une architecture de type NGN est notamment, caractérisé par la séparation des fonctions de commutation physique et de contrôle d'appel. L'architecture NGN introduit un modèle en couches, qui scinde les fonctions et les équipements responsables du transport du trafic et du contrôle. Il est possible de définir un modèle architectural basé sur cinq couches successives :

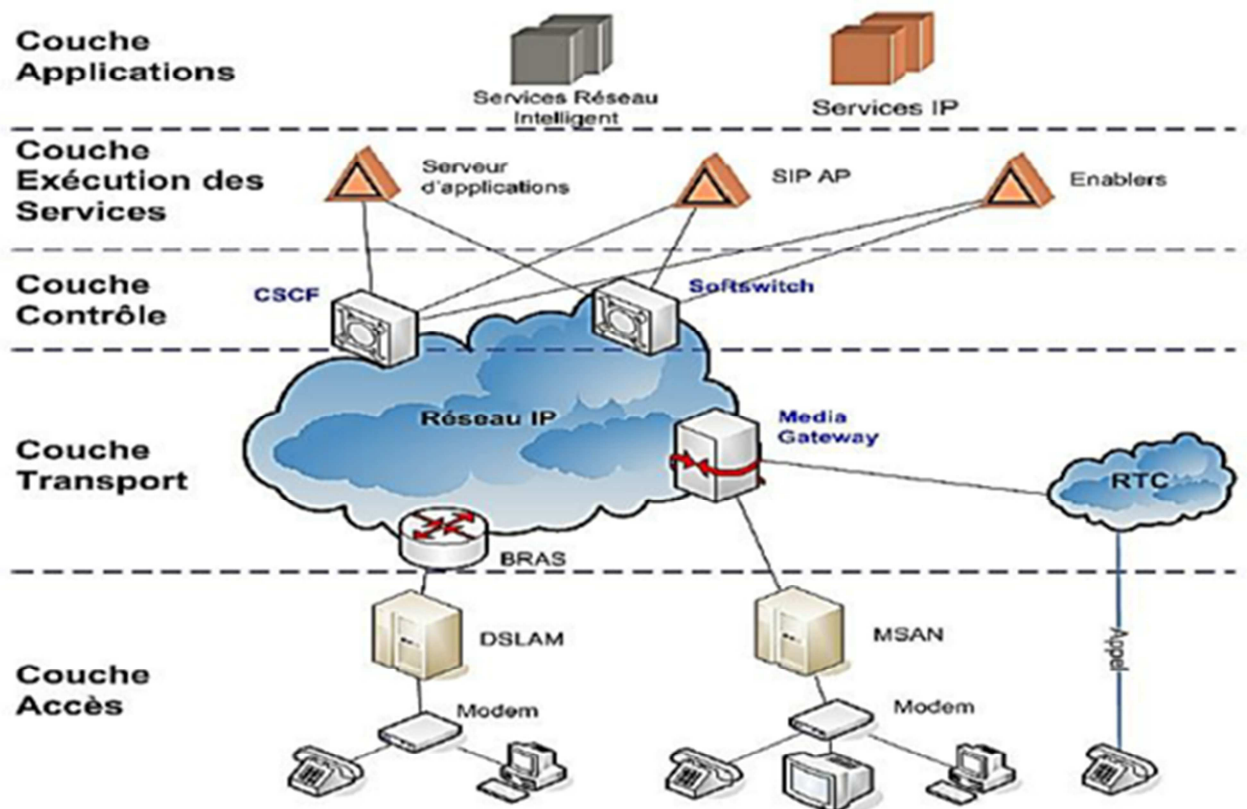


Fig. 1.2 : Architecture générale d'un réseau NGN

• **la couche d'accès** : regroupe les fonctions et les équipements permettant de gérer l'accès des équipements utilisateurs au réseau, selon la technologie d'accès (téléphonie commutée, DSL, câble). Cette couche inclut par exemple, les équipements DSLAM fournissant l'accès DSL.

• **la couche de transport** : est responsable de l'acheminement du trafic voix ou données dans le cœur de réseau, selon le protocole utilisé. L'équipement important à ce niveau dans une architecture NGN est le Media Gateway (MGW) responsable de l'adaptation des protocoles de transport aux différents types de réseaux physiques disponibles (RTC, IP, ATM, ...).

• **la couche de contrôle** : gère l'ensemble des fonctions de contrôle des services en général, et de contrôle d'appel en particulier pour le service voix. L'équipement important à ce niveau dans une architecture NGN est le serveur d'appel appelé « softswitch », qui fournit, dans le cas de services vocaux, l'équivalent de la fonction de commutation dans un réseau NGN.

• **La couche d'exécution des services** : regroupe l'ensemble des fonctions permettant la fourniture de services dans un réseau NGN. En termes d'équipements, Cette couche regroupe deux types d'équipement : les serveurs d'application (ou application servers) et les « enablers », qui sont des fonctionnalités, comme la gestion de l'information de présence de l'utilisateur, susceptibles d'être utilisées par plusieurs applications. Cette couche inclut généralement des serveurs d'application SIP, car SIP (Session Initiation Protocol) est utilisé dans une architecture NGN pour gérer des sessions multimédias en général, et des services de voix sur IP en particulier.

• **La couche applications** : pour les différents services et applications susceptibles d'être offerts dans une architecture NGN. Il peut naturellement s'agir des services IP, mais les opérateurs s'attacheront aussi à supporter les services vocaux existants de réseau intelligent (renvoi d'appel, etc.) dans le cadre d'une migration vers une architecture NGN. Cette couche applications regroupe aussi l'environnement de création de services, qui peut être ouvert à des fournisseurs de services tiers. Le développement d'applications s'appuie sur les serveurs d'application et les « enablers » de la couche d'exécution des services.

Ces couches sont indépendantes et communiquent entre elles via des interfaces ouvertes. Cette structure en couches est sensée garantir une meilleure flexibilité et une

implémentation de nouveaux services plus efficace. La mise en place d'interfaces

ouvertes facilite l'intégration de nouveaux services développés sur un réseau d'opérateur, mais peut aussi s'avérer essentielle pour assurer l'interconnexion d'un réseau NGN avec d'autres réseaux qu'ils soient NGN ou traditionnels.[3]

1.6 Les services fournis par le NGN :

Les NGN offrent les capacités, en termes de protocole, de gestion, et d'infrastructure, de déployer et de créer de nouveaux services multimédia en mode paquet sur les réseaux. La grande variété des services est due aux variétés offertes par les réseaux NGN en termes de :

- Support multimédia (données, texte, audio, visuel).
- Mode de communication, Unicast (communication point à point), Multicast (Communication point-multipoint), Broadcast (diffusion).
- Mobilité (services disponibles tout le temps et partout).
- Portabilité sur des terminaux.

Parmi ces services fournis nous citons :

- La voix sur IP
- La diffusion de contenus multimédia
- La messagerie unifiée
- Le stockage de données
- La messagerie instantanée
- Les services associés à la localisation[4]

1.7 Les avantages du NGN :

Cette nouvelle topologie offre les avantages suivants :

- Grâce au NGN, l'opérateur dispose d'un réseau multiservice permettant d'interfacer n'importe quel type d'accès (Boucle locale, Commutateur d'accès téléphonique, accès ADSL, accès mobile GSM ou UMTS, téléphone IP, etc.).

-
- L'opérateur n'aura plus à terme qu'à exploiter un seul réseau multiservice.
Architecture NGN : Du NGN Téléphonie au NGN Multimédia
 - Elle utilise le transport comme l'IP ou l'ATM ignorant les limites des réseaux TDM (Time Division Multiplexing) à 64 kbit/s. En effet le TDM perd son efficacité dès lors que l'on souhaite introduire des services asymétriques, sporadiques ou à débit binaire variable.
 - C'est une topologie ouverte qui peut transporter aussi bien les services téléphoniques que les services de multimédia (vidéo, données temps réel).
 - Elle dissocie la partie support du réseau de la partie contrôle, leur permettant d'évoluer séparément et brisant la structure de communication monolithique. En effet, la couche transport peut être modifiée sans impact sur les couches contrôle et application.
 - Elle utilise des interfaces ouvertes entre tous les éléments, permettant à l'opérateur d'acheter les meilleurs produits pour chaque partie de son réseau.

Conclusion

La commutation téléphonique évolue une nouvelle génération d'architectures de réseaux apparaît permettant d'offrir de nouveaux services émergents mixant voix, vidéo et données : Les Next Generation Networks (NGN).

La migration vers un réseau NGN est sans doute avantageuse du fait qu'elle permet à l'opérateur d'optimiser ses ressources en termes d'exploitation et de gagner en termes de qualité de service et revenue. Mais le passage vers l'architecture NGN nécessite un réseau d'accès capable de supporter cette architecture. Pour ce faire, HUAWEI propose à ses sous-traitants l'équipement MSAN (Multi Services Access Node) comme interface entre les utilisateurs et le réseau cœur. De ce fait il sera traité dans le chapitre suivant la description du MSAN ainsi que les entités indispensables de sa mise en service.

2.1 Introduction

Avec la demande, de plus en plus croissante des services de télécommunications comme la voix, la vidéo et les services multimédia, l'opérateur se trouve dans l'obligation d'implémenter une solution d'accès qui permet d'offrir des services de grandes capacités, de hauts débits et de meilleures qualités. La solution MSAN peut donc être adoptée, car elle permet d'offrir des services tels que le Broadband et le Narrowband, tout en se basant sur une architecture NGN. [5]

2.2 MSAN dans le réseau NGN

L'équipement MSAN est le seul point d'accès dans les réseaux NGN, il se situe bien évidemment dans la couche d'accès et peut offrir un réseau d'accès à large bande et des réseaux de prochaine génération (NGN). Il fournit une grande capacité en termes de nombres d'utilisateurs (jusqu'à 850 par MSAN). [5]

Un MSAN joue principalement le rôle d'un media gateway, ainsi il assure la gestion (Disponibilité, détection de fautes) de la couche physique du réseau. Il a ainsi pour rôle :

- Le codage et la mise en paquet du flux media reçu de la part du réseau d'accès vers le réseau paquet et inversement, autrement dit, la conversion du trafic par exemple TDM/IP.
- La transmission des flux media suivant les instructions du Media Gateway Controller.

Le projet MSAN a été déployé en Algérie vers les Années 2009 dans l'optique d'unifier l'ensemble des réseaux existants (fixe, données et internet) pour aboutir à une offre dite Triple Play, qui se fera via une transmission IP.

La figure (Fig.2.1) présente l'architecture du réseau MSAN répondant au critère NGN.

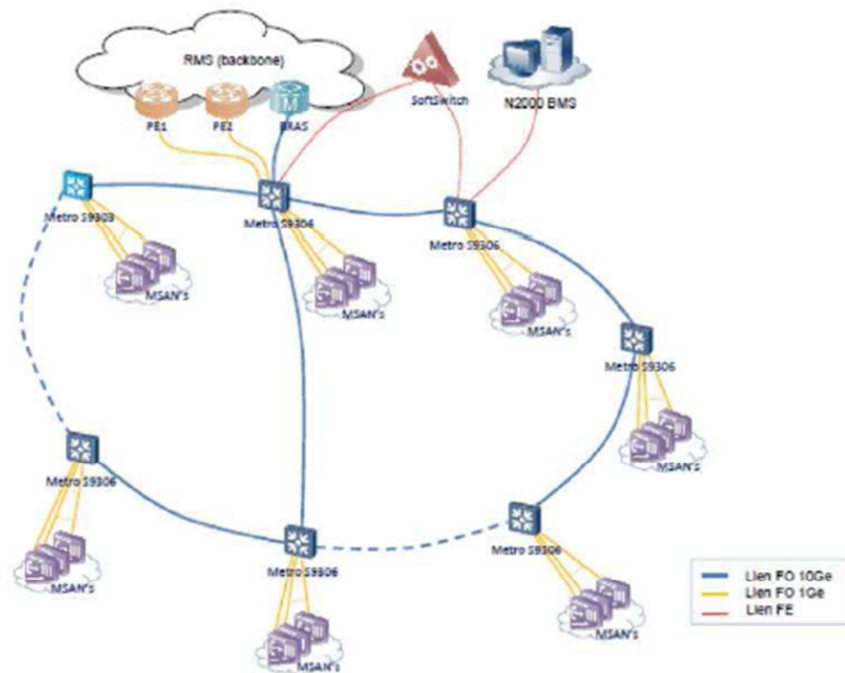


Fig.2.1 :MSAN dans le réseau NGN

Le réseau MSANs est relié au réseau Backbone (RMS) par un ensemble d'équipements appelés Métros. Cette architecture est représentée hiérarchiquement par :

2.3 Le réseau multiservice RMS

Le RMS ou Réseau Multiservice d'Algérie Télécom est un réseau multiservices de nouvelle génération NGN, il repose sur un Backbone de type IP/MPLS complètement maillé, il est géographiquement déployé dans les 4 grandes villes d'Algérie, couvrant ainsi tout le territoire national avec 4 nœuds primaires représentant des couples de routeurs Primaires (Alger, Oran, Constantine et Ouargla) et 5 nœuds secondaires (Alger, Annaba, Sétif, Chlef, Oran) sous forme de couple de routeurs EDGE du réseau IP/MPLS.

La figure ci-dessous représente le réseau Multiservice d'Algérie Télécom :

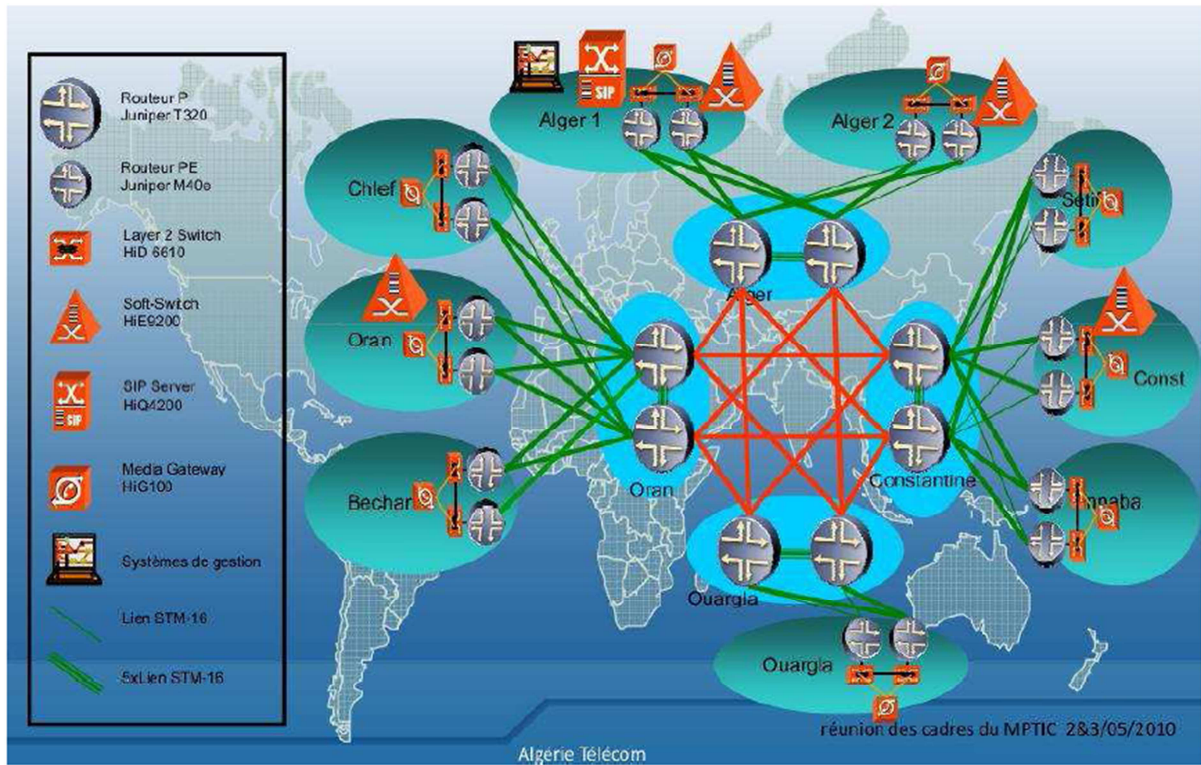


Fig. 2.2 :L'architecture duBackbone IP/MPLS- RMS

2.3.1 Equipements de la couche de transport

Selon le modèle en couche, le Backbone IP/MPLS ou RMS représente la couche de transport, il se compose des équipements suivants :

- **Routeur P (CORE) :** Ces routeurs sont conçus pour le transit principal dans les réseaux cœurs ou bien les Backbones (IP/MPLS), il est doté d'une puissance de commutation de 320 Gb/s optimisé pour les services MPLS et prêt à supporter les interfaces de 10Gb/s en full duplex.
- **Routeurs PE (EDGE) :** le routeur Edgeest situé à la frontière du réseau Backbone relié avec les routeurs de cœurs et les autres routeurs Edge. Ce routeur supporte les interfaces telles que Sonet/SDH, ATM, Ethernet. Il peut être équipé jusqu'à 40 Gb/s en simplex ou 20 Gb/s en full duplex.
- **Softswitch :** il gère le contrôle d'appel, signalisation et la gestion des services, situé dans la couche de contrôle, c'est l'équipement principale gérant le traitement s'appel, services téléphoniques de base, services multimédia et mobile sur le réseau IP.

- **BRAS (BroadbandRemoteAcces Server)** : il représente un répartiteur de flux internet dur le réseau IP et un concentrateur de trafic remontant depuis les MSANs. Il représente aussi un point d'accès vers les différents serveurs d'authentification, de comptage et de taxation. [6]

2.3.2 Equipements de la couche d'accès

- **Le METRO :**

Il permet de relier plusieurs MSAN via des ports Ethernet de 1Ge ou bien utilisant des ports Ethernet de 10Ge pour l'interconnexion avec une autre Metro. Son principal rôle est l'acheminement des paquets de données et le filtrage.

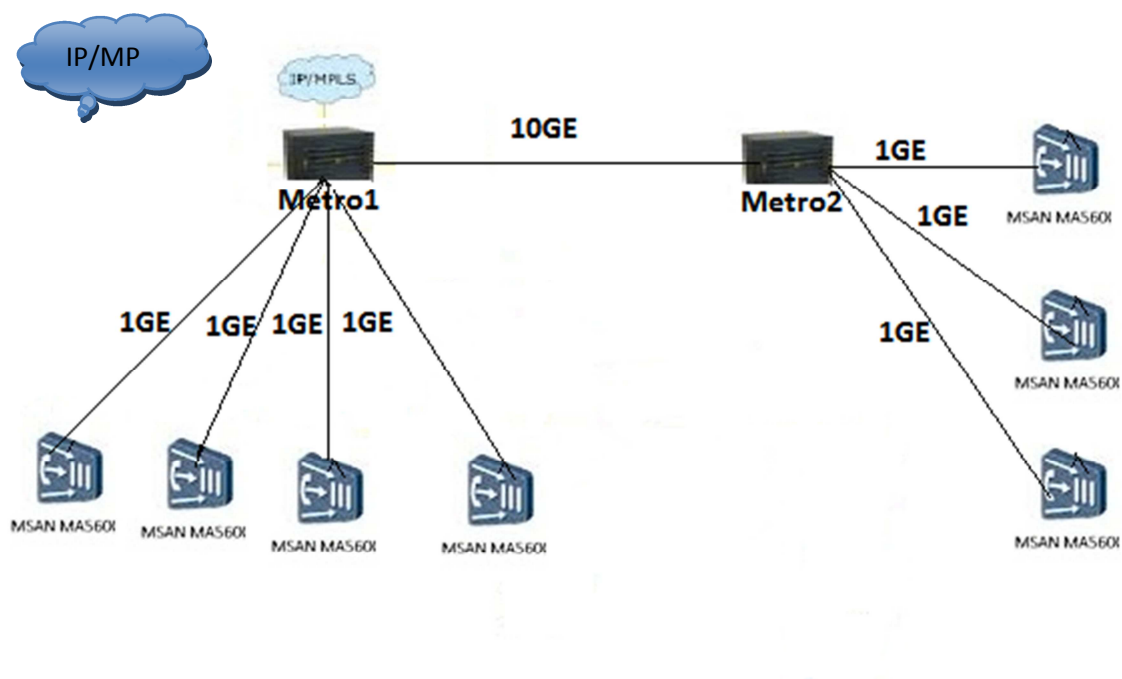


Fig.2.3 : La liaison Métro_MSAN

- **Le MSAN (Multi Service Access Node) :**

Un MSAN est une interface capable de prendre en charge des milliers de clients large bande sur une seule interface réseau. Le MSAN permet aux opérateurs de fournir des services de téléphonie classiques RTC, téléphonie VoIP et des services haut débit. Il représente ainsi un convertisseur optique électrique entre la centrale et le local client.



Fig. 2.4 : L'équipement MSAN et son alimentation

2.4 Les type de cabinets MSAN MA5600T

Nous proposons dans ce qui suit une description de l'équipement MSAN du type (MA5600T). Huawei est le fournisseur principal du MA5600T que nous avons rencontré durant notre stage. De manière générale, on distingue 2 types du MSAN :

- MSAN Outdoor, est généralement installé à l'extérieur dans les rues et supporte un seul frame.
- MSAN Indoor est une sorte d'armoire qui supporte jusqu'à 3 frames. Il est installé dans les locaux d'Algérie Telecom.

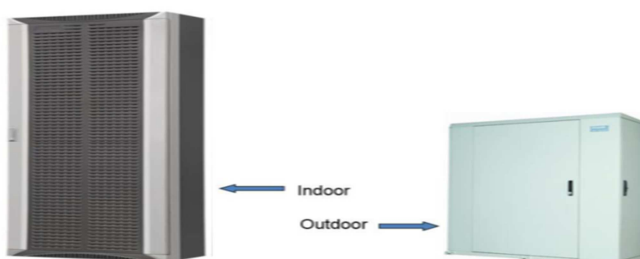


Fig.2.5: Le MSAN Outdoor/Indoor

2.5L'architecture fonctionnelle du MSAN MA5600T

Le MA5600T est conçu pour la construction du réseau d'accès à large bande et des réseaux de prochaine génération (NGN). Il fournit une grande capacité en termes de nombre d'utilisateurs, haut débit et des services de haute qualité, tels que la voix, les données et la vidéo et des services multimédias.

- ✓ Les fonctionnalités du MA5600T :
 - Plate-forme d'intégration des services d'accès.
 - Haute densité des abonnés.
 - Puissante capacité de traitement des services.
 - Caractéristiques importantes de VoIP.
 - Migration facile vers les réseaux NGN.
 - Mise en réseau flexible.
- ✓ Structure logique : Le MA5600T est composé des unités suivantes :
 - Module de contrôle de service.
 - Unité contrôle de commutation de paquet.
 - Unité de traitement de paquets de voix.
 - Unité d'interface réseau.
 - Unité d'interface de Service.

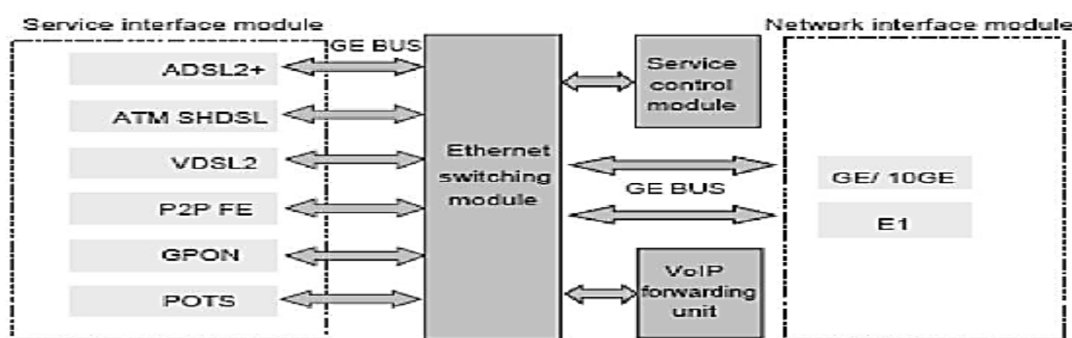


Fig. 2.6 : Architecture logique du MSAN

Les fonctions des modules sont décrites comme suite :

- Le module de contrôle de service : configure l'ensemble du système, recueille et diffuse des informations d'état (par exemple, il reçoit les alarmes des cartes à travers le protocole de la couche haute entre les cartes et la carte SCU), et traite les protocoles. En outre, le module de contrôle offre un port Ethernet et un port série.

- L'unité de contrôle de commutation de paquet : met en œuvre la commutation et l'agrégation des services à large bande.
- L'unité de traitement des paquets des voix : convertit le flot de voix en des paquets IP.
- L'unité des interfaces réseaux : propose plusieurs interfaces réseau, y compris les ports E1, FE et GE.
- L'unité des interfaces de services : offre divers services, y compris les interfaces

2.6 Les cartes utilisées dans l'équipement MSAN (MA5600T)

Le MSAN est composé de deux types de cartes :

- Cartes de services
- Cartes de contrôle.

Il y a deux types de cartes de control SCUA et SCUB qui sont responsables de contrôler le fonctionnement de l'ensemble des cartes de services et de gérer plusieurs fonctions de control.

Type des cartes	Identifiant	Slot
Cartes de controle	SCUA/B	Slots 9 et 10

Tableau.2.1 : Cartes de contrôle

SCUA/B (Super Control Unit A/B) :

C'est une carte combo de control pour les services à large bande (Broadband) et à bande étroite

(Narrowband), elle assure les fonctions suivantes :

- Collecter, traiter et contrôler les services Broadband et Narrowband.
- Gérer et contrôler les fonctions du module de l'acheminement des paquets VoIP.
- Elle contient quatre ports GE.

Afin de garantir le bon fonctionnement des différentes cartes de l'équipement MSAN, les cartes de control sont toujours redondées dans le sous rack des services, une à l'état actif et l'autre reste en veille.

▪ Cartes de services

Le sous rack des services est composé d'un ensemble des cartes capables de garantir l'ensemble des services Broadband et Narrowband au client.

Identifiant	Fonction	Description	Slot
ADIF/ADLF	<ul style="list-style-type: none"> 32 ports ADSL2+ Un filtre SPL extérieur Un parafoudre 	<ul style="list-style-type: none"> Débit maximal montant (Upstream) de 1 Mbit/s Débit maximal de 25Mbit/s dans le canal descendant (Downstream) 	Slots 1–8 et 11–18
SHLB	<ul style="list-style-type: none"> 16 ports SHDSL 	<ul style="list-style-type: none"> Supporte la technologie SHDSL. Débit Upstream est de 2 Mbit/s. Débit de 4 Mbit/s Downstream. 	
VDTF/VDSA	<ul style="list-style-type: none"> 24 ports VDSL2 Un filtre SPL extérieur Un parafoudre 	<ul style="list-style-type: none"> Débit de 100 Mbit/s dans les deux sens sur une distance de 500 mètres 	
ASRB	<ul style="list-style-type: none"> 32 ports POTS 	<ul style="list-style-type: none"> Gestion les services voix (POTS) basé sur IP (VoIP) 	
CAME	<ul style="list-style-type: none"> 48 ports ADSL2/POTS 	<ul style="list-style-type: none"> Carte combo pour la voix et data en même temps Supporte un filtre intégré pour la séparation entre les deux signaux 	
GPBC	<ul style="list-style-type: none"> 4 ports GPON 	<ul style="list-style-type: none"> fournir et gérer les services xPON 	
OPFA	<ul style="list-style-type: none"> 16 ports optiques FE 	<ul style="list-style-type: none"> Carte Ethernet qui assure l'accès P2P (Peer to Peer) utilisée généralement dans la solution FTTH 	

Tableau.2.2 : Les différentes cartes du châssis des services MA5600T

Le châssis des cartes de services est composé par d'autre type des cartes implémenté pour assurer plusieurs fonctions importantes dans le MSAN :

Type de carte	Identifion	Fonction
Cartes des interfaces Uplink	GICD	<ul style="list-style-type: none"> 4 ports GE optique
	GICE	<ul style="list-style-type: none"> 4 ports GE électriques
	FICB	<ul style="list-style-type: none"> 4 ports FE optique
	MFGA	<ul style="list-style-type: none"> 2 ports MPLS 2 ports GE optiques
	TOPA	<ul style="list-style-type: none"> 2 ports 10GE optique
Carte d'alimentation	PRTG	<ul style="list-style-type: none"> Fournir et gérer l'alimentation pour cartes des services.
Carte Management	GICD	<ul style="list-style-type: none"> Signalisation et gestion des alarmes (température, humidité, fumée)

Tableau. 2.3 : Autres types des cartes MA5600T

2.7 Les services offerts par le MSAN(MA5600T)

Le MSAN peut offrir deux catégories de services

- Broadbands, qui exploitent une large bande, il s'agit principalement des services triple play.
- Narrowband basée sur une architecture NGN, il s'agit du POTS, RNIS, FAX, Teletax, etc

2.7.1 Les services Broadband (Triple Play)

Le triple play est un mode d'approvisionnement de service dans lequel des services intégrés peuvent être fournis à un utilisateur. Actuellement, les services intégrés régnants incluent le service d'accès d'Internet haut débit, le service Voice over IP (VoIP), et le service d'IPTV. Le but du service triple play est d'encapsuler l'accès à bande large, le service de VoIP, et le service de vidéo dans un raccordement à bande large indépendant pour faciliter l'utilisation et pour réduire le coût d'entretien du support porteur de service

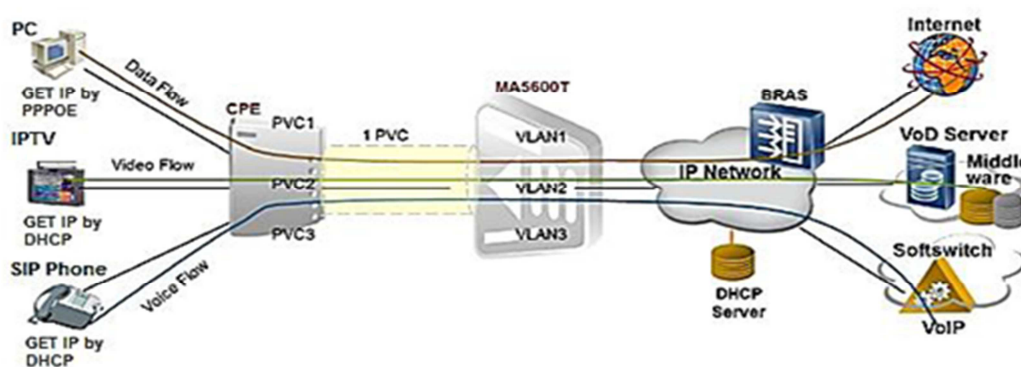


Fig.2.7 : Service Triple Play

2.7.1.1 Le service de télévision sur IP (IPTV)

Le service de la télévision d'Internet Protocol (IPTV) fait référence au service de télévision déployé sur le réseau large bande. Il fournit des programmes de divertissement et d'information, tels que la radiodiffusion, la vidéo sur demande, le jeu de réseau et d'autres informations de vie quotidienne. Parmi les avantages du service d'IPTV, en comparaison avec les services traditionnels de télévision il y a bien de citer :

- Fournit un effet vidéo et audio de haute qualité.
- Suit le même mode d'opération que les programmes télévisés traditionnels.
- Intègre avec le mode d'opération interactif basé sur le WEB pour fournir des interfaces conviviales.
- Fournit beaucoup de services à valeur ajoutée.

Le MSAN (MA5600T) fournit le service d'IPTV en adoptant la technologie de multicast contrôlable, c'est-à-dire le dispositif d'accès contrôle et commande des utilisateurs de

multicast. Ceci, répond aux exigences des porteurs pour l’approvisionnement de services de vidéo, et permet aux services de multicast d’être fonctionnels et maniables.

- Le Multicast : Le multicast se rapporte à la communication point-à-multipoint entre un certain nœud et tous autres nœuds dans le réseau. Le contrôle du multicast permet à un dispositif d’accès de déterminer si un utilisateur a l’autorité pour observer des programmes en identifiant les paquets des demandes de l’utilisateur. De cette façon, les équipements d’accès contrôlent et transmet les services de multicast.

Le MA5600T supporte le dispositif de l’IGMP proxy qui permet au dispositif de couche 2 de soutenir le service de multicast. En outre, il diminue les paquets destinés à rejoindre ou quitter un groupe de multicast, de ce fait le trafic de multicast sur le côté de réseau diminue.

2.7.2 Les services Narrowbands

2.7.2.1 Le service de voix sur IP (POTS)

Dans le service de VoIP, les signaux TDM sont convertis en paquets IP. De cette façon, des signaux de voix à bande étroite peuvent être transmis au-dessus du réseau IP. Ceci réduit considérablement le coût du service téléphonique. L’installation d’un appel de VoIP implique de multiples dispositifs et exige l’appui de multiples protocoles et technologies. La Figure 2.8 montre la structure du réseau de VoIP. Dans cette structure, le MA5600T agit en tant qu’AG (Access Gateway).

La figure si contre représente la structure du réseau VoIP

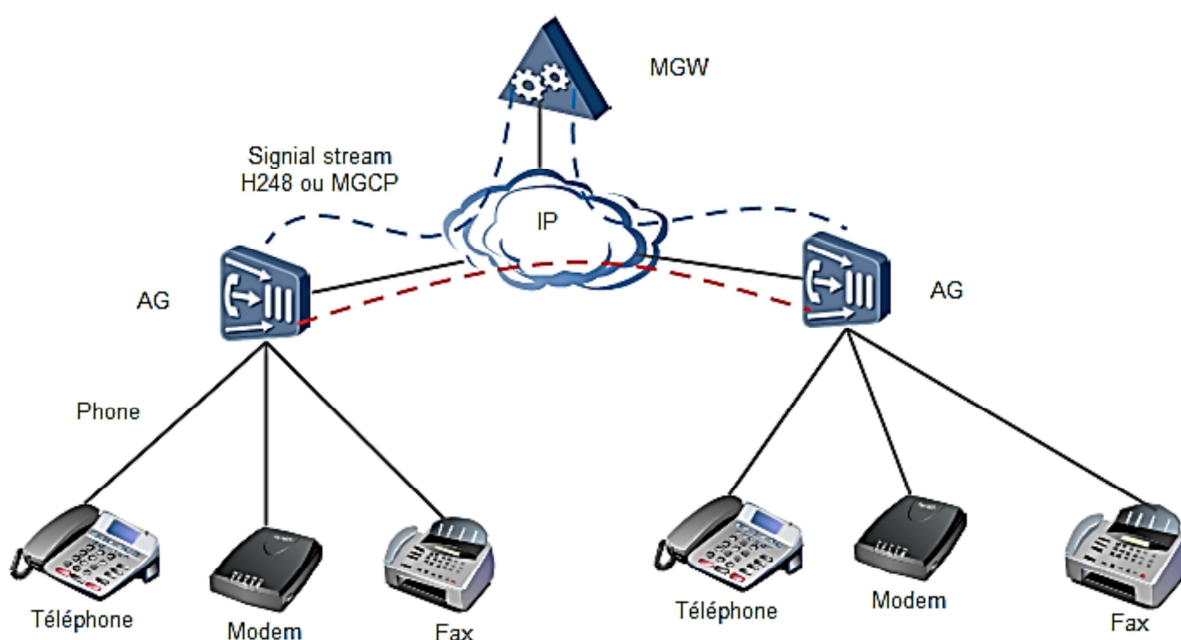


Fig.2.8 : Structure du réseau VoIP

2.7.2.2 Le service RNIS

Le service RNIS est un standard de CCITT qui fournit des services intégrés comme la voix, les données et la vidéo .Le RNIS permet la transmission de ces services sur le même canal de données simultanément. Le réseau RNIS supporte deux types de services :

- Basic rate interface(BRI) : fournit un débit de 144kb/s, incluant deux canaux de type B avec un débit de 64kb/s et un canal de type D avec un débit 16kb/s pour la signalisation.
- Primary rate interface(PRI) : fournit un débit de 2.048kb/s, incluant 30 canaux de type B avec un débit de 64kb/s, et un canal de type D avec un débit de 64kb/s.

La figure si dessous représente l'architecture de service RNIS :

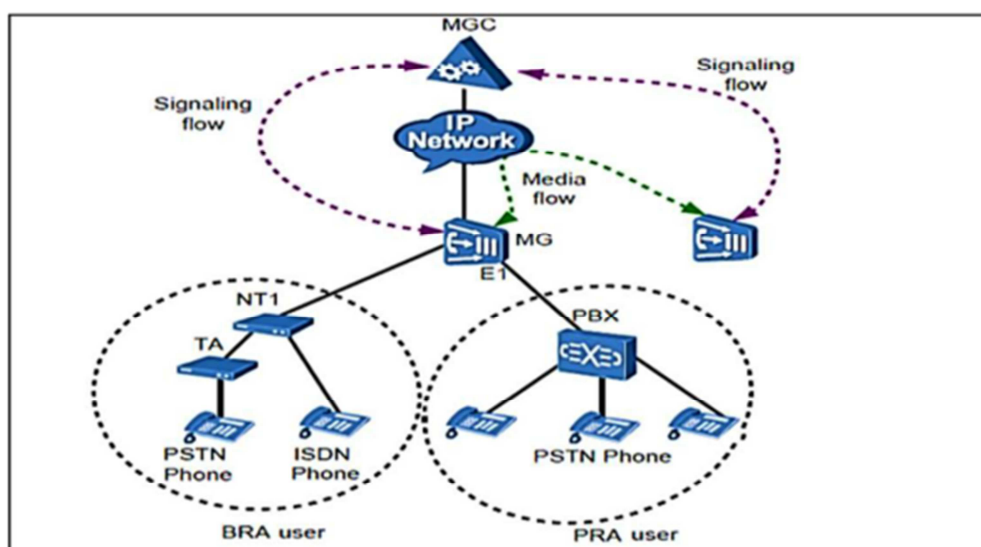


Fig. 2.9: L'architecture de service RNIS

2.8 Evolution du Réseau d'accès Haut Débit vers le Très Haut Débit (solution TTH) :

Dans le cadre du plan d'action 2017, Algérie Télécom prévoit de construire un réseau d'accès capable de supporter les nouveaux services à très Haut Débit à travers des solutions d'accès FTTx. Le FTTH est l'une des déclinaisons parmi d'autres technologies d'accès à internet via la fibre optique, tous regroupés sous le nom de FTTx.

2.8.1 La fibre jusqu'à l'abonné (FTTH)

La fibre à l'abonné est définie comme une architecture de réseau d'accès dans laquelle le raccordement au logement ou au local professionnel de l'utilisateur final est assuré par fibre optique.

Le FTTH (Fiber To The Home) est une technologie permettant l'accès à internet et aux services associés à des débits atteignant jusqu'à 100 Mb/s symétrique soit des débits très supérieur à ceux de la paire de cuivre et idéal pour les applications multimédias.

2.8.2 Topologie FTTH

1. **architecture P2P point à point** : cette architecture est basée sur la technique Point à Point, elle permet de donner un support de fibre pour chaque abonné.

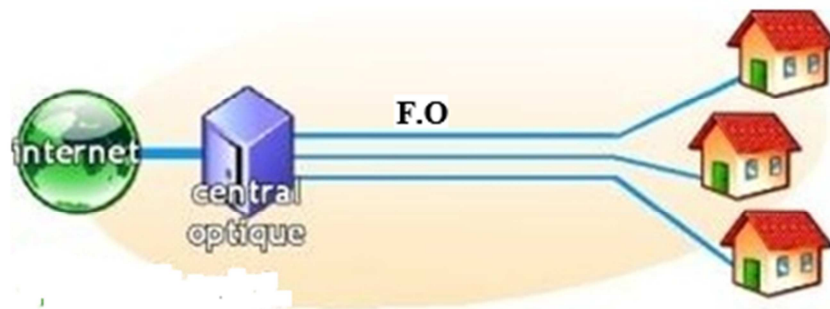


Fig. 2.10: Architecture P2P

2. **Architecture point multipoint** : cette architecture est basée sur latechnologie d'accès PON. elle sépare entre les données des abonnées par un élément passive coupleur ou filtre (splitter).

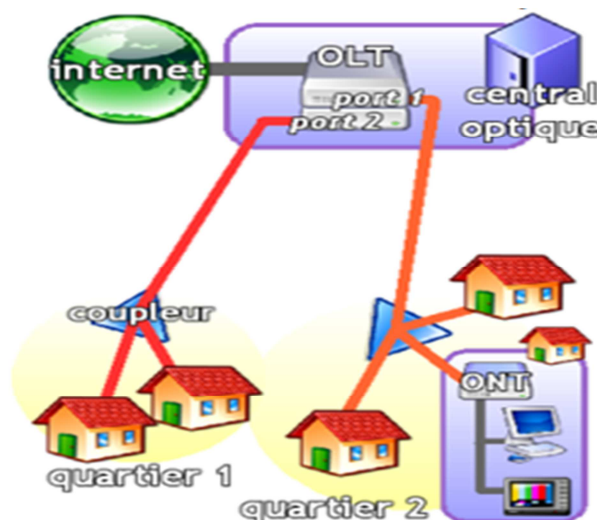


Fig. 2.11 :Architecture point multipoint

2.8.3 Équipement principale dans un réseau FTTH

1. Optical line Termination (OLT) : un équipement de réseau d'accès, qui remplace le MSAN ; il est connecté à un ou plusieurs réseaux de distribution optique passifs (ODN).

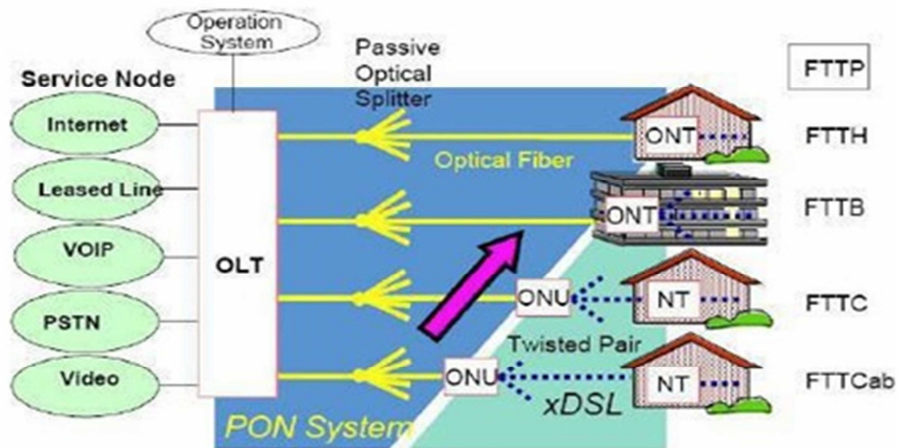


Fig. 2.12: Optical line Termination (OLT)

2. Optical Network Unit (ONU) : est l'équipement utilisateur chargé de terminer la fibre optique dans un réseau d'accès à Internet de type FTTH. Il fait la conversion du signal optique en signal électrique pour l'utilisation domestique via des RJ45.

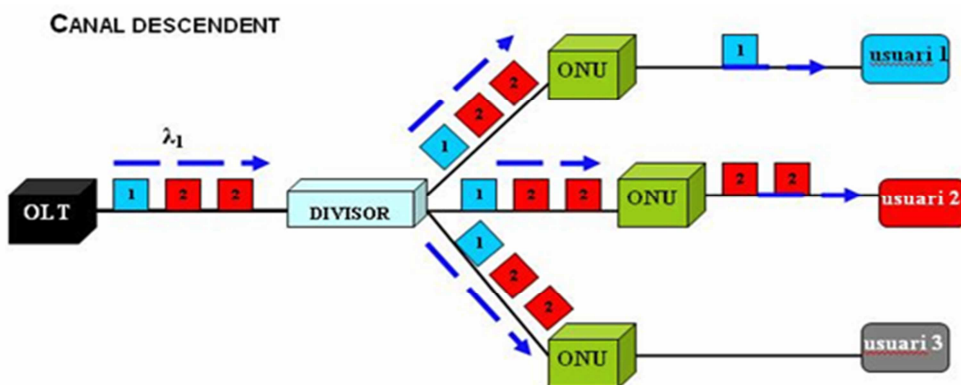


Fig. 2.13: Optical Network Unit (ONU)

3. Le splitter ou coupleur optique : Le Coupleur est un équipement passif qui divise le signal dans le sens descendant et additionne les signaux dans le sens montant.

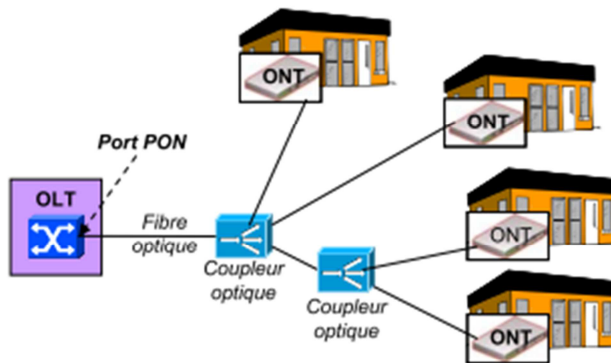


Fig. 2.14 : Principe général de coupleur optique

Les réseaux NGN sont des réseaux de nouvelles générations qui peuvent cohabiter avec différents types de technologies d'accès, à savoir celle hybride avec une terminaison en cuivre comme les MSANs ou les technologies tout optique tel que le FTTH.

En réalité, le déploiement du réseau du FTTH s'est un peu amorti juste pour des raisons purement d'enjeu économique, mais pour le cas d'Algérie Télécom, les responsables prévoient une disparition des MSAN au profit du FTTH qui ne dépassera pas les 5ans. De ce fait, notre étude visé du départ, à fondamentalement appliqué le dimensionnement sur le réseau MSAN puis sur le réseau FTTH.

L'étude nécessite ainsi un schéma de simulation modélisant toute la chaîne de transmission de la centrale vers le client.

Pour cela, la figure 2.15 propose le schéma synoptique d'une liaison FTTH.

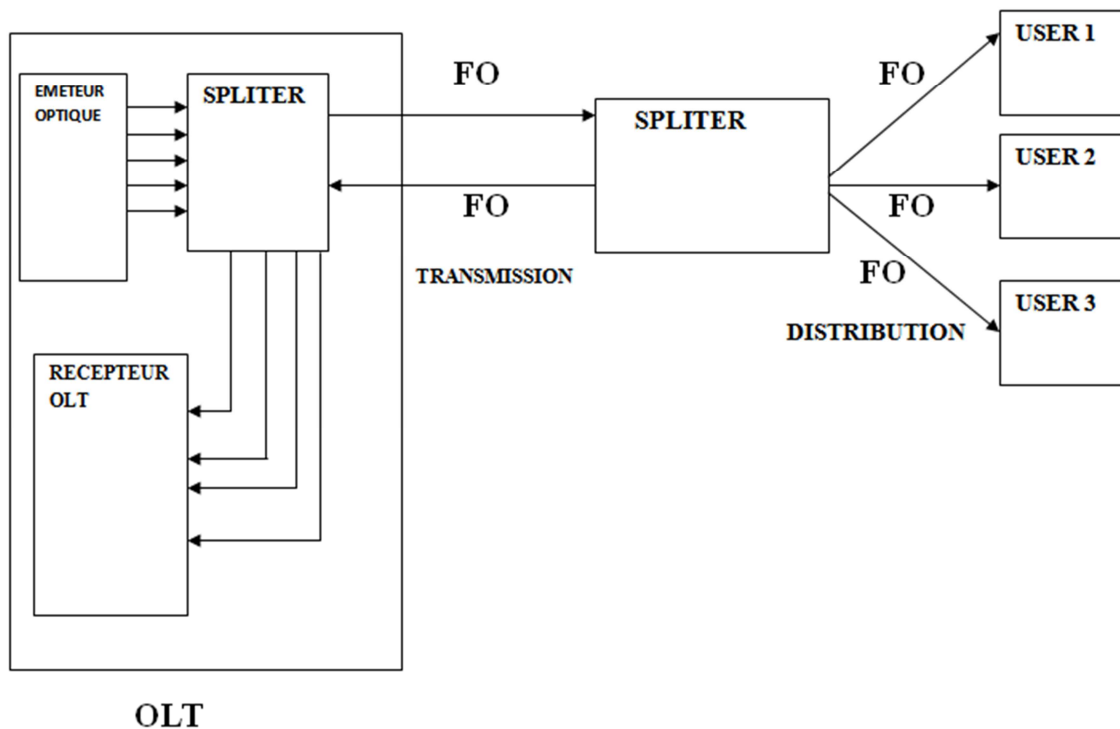


Fig.2.15:Schémasynoptiqued'une transmission Fiber To The Home

Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté une étude détaillée de la solution MSAN. Nous avons abordé l'architecture globale du réseau multi service, et les différents composants qu'il contient, par la suite, les différents services offerts par la solution, à savoir le triple Play, POTS et RNIS.

L'étude de la solution MSAN a été effectuée dans l'objectif final de pouvoir étudier la planification ou dimensionnement de cette solution fraîchement déployée dans le réseau téléphonique à haut débit. Le chapitre suivant a pour but de présenter la simulation de liaisons Ethernet dans la boucle Métro-MSAN.

Partie1 : Description d'une chaîne de transmission Fibre optique en télécommunication

3.1 Introduction :

Les besoins en hauts-débits augmentent continuellement, il est nécessaire d'avoir un support physique capable de fournir une bande passante la plus élevée possible et ce sur de grandes distances. Un phénomène physique est capable de respecter ces contraintes : la lumière qui est capable de transporter les informations via la fibre optique.

Les systèmes de transmission par fibre optique sont les seuls actuellement, capables de répondre par leur capacité élevée à la demande croissante du flux de données et particulier les applications multimédia grand public.

Dans ce chapitre, nous allons présenter l'ensemble du travail de simulation que nous avons effectué afin d'évaluer les performances d'un système optique à base de fibre à l'aide de logiciel Optisystem.

Nous commençons par une description de la chaîne de transmission optique en décrivant la partie de l'émission qui concerne les LEDs, les lasers et la modulation puis nous passons vers le support de transmission qui est la fibre optique, et on termine avec la partie réception qui représente les photo-détecteurs.

3.2 Présentation d'une chaîne de transmission par fibre optique

Dans les liaisons optiques hyperfréquences, comme dans tous les systèmes de communication, il existe trois blocs importants pour effectuer la transmission de l'information qui sont : L'émetteur, le canal de communication et le récepteur (Fig. 3.1)

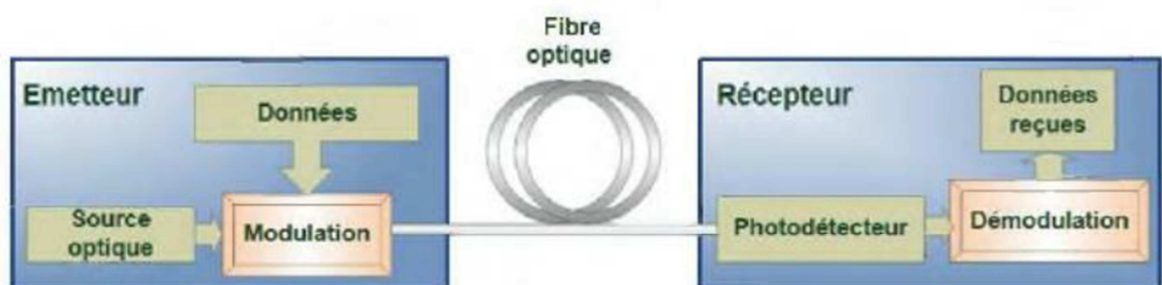


Fig. 3.1 : Schéma de principe d'une transmission par fibre optique

L'information primaire que l'on veut transmettre à distance est convertie en un signal électrique qui est modulé par un émetteur est converti en un signal optique.

Le signal émis par la source est ensuite injecté dans la fibre ou il se propage avec une certaine atténuation et une certaine dispersion. Ces deux phénomènes se traduisent par une limitation de la longueur de la liaison au-delà de laquelle la qualité se détériore. Pour remédier à ces problèmes, le signal va être amplifié par des amplificateurs optiques.

Le signal reçu est ensuite démodulé en un signal électrique par l'intermédiaire d'une photodiode.

3.2.1 Partie émission

La partie émission d'une liaison optique est composée de divers éléments (source optique, modulateur). Son rôle est de délivrer au support de transmission un signal optique sur lequel sont inscrites les données. Les systèmes de transmission par fibre optique nécessitent des émetteurs optiques devant remplir certaines conditions :

- Faible encombrement.
- Fonctionnement à température ambiante.
- Commande par circuits à semi-conducteurs.
- Capacité à moduler la lumière émise à haute fréquence.
- Spectre d'émission étroit.
- Puissance d'émission importante.
- Grande durée de vie.

Les composants d'émission de lumière qui satisfont le mieux à ces critères sont des composants à semi-conducteurs et se regroupent en deux catégories : les diodes électroluminescentes et la diode laser.

3.2.1.1 Les LEDs (Light Emitting diode)

La diode électroluminescente est utilisée surtout dans les systèmes de communications à fibres optiques multimodes, du fait de leurs faisceaux de sortie à large angle de divergence.

Elle réalise directement l'émission de photons par recombinaison des porteurs dans une hétérojonction polarisée en direct. Dans une hétérojonction la couche active très mince (moins d'un micron) est entourée de couche de confinement [7].

La diode électroluminescente : LED

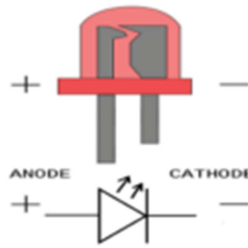


Fig. 3.2 : Schéma simplifié d'une LED.

3.2.1.2 Les diodes LASER

Les diodes laser produisent une puissance optique beaucoup plus importante que les LEDs avec un spectre plus fin, et peuvent donc coupler plus de puissance avec la fibre.

3.2.1.3 Technique de modulation

Un modulateur, c'est un système capable de modifier les paramètres de la lumière (essentiellement amplitude et/ou phase ; mais cela pourrait être : polarisation, direction de Propagation, fréquence, répartition de modes, etc.) En fonction d'un signal de commande. Un modulateur est un système d'interaction entre phénomène physique de nature différente : mécanique (ou élastique), acoustique, magnétique, etc. Pour cela il y'a deux principales techniques que nous allons les présenter : la modulation directe et la modulation externe.

a.La modulation directe

Dans cette technique, la modulation du courant qui traverse le laser entraîne directement la modulation en intensité. Le générateur émet les données à transmettre à un débit précis qui est (<2.5 Gbit/s), le laser est alimenté à un circuit de modulation de courant qui permet de moduler la puissance du laser, la lumière modulée est couplée dans la fibre optique de transmission. Cette modulation est satisfaisante jusqu'à 15GHz environ, mais au-delà, elle n'est plus applicable. Trop de dégradations (oscillations de relaxation, chirp, bruit, ...) apparaissent et limitent les capacités de transmissions.

b.La modulation externe

Cette modulation est obtenue en modulant le faisceau lumineux à la sortie du laser opéré en courant continu, et non le courant d'alimentation du laser (pour éviter

le chirp). Ainsi, le signal optique qui est transmis dans la fibre optique est moins affecté par le phénomène de chirp.

De plus, la bande passante est beaucoup plus élevée (80 GHz). Dans les systèmes de communications optiques, plusieurs types de modulateurs sont utilisés. Nous présenterons les deux types de modulateurs optiques les plus utilisés dans les systèmes de transmission à fibre optique : le modulateur à électro-absorption et le modulateur de Mach-Zehnder.

- **Le modulateur électro-absorbant (MEA)**

Le principe de fonctionnement des modulateurs à électro-absorption repose sur les modifications du spectre d'absorption d'un matériau semi-conducteur soumis à un champ électrique. Leur particularité intéressante est qu'ils peuvent être facilement intégrés avec les diodes lasers pour créer des sources optiques compactes et à très large bande de modulation.

- **Le modulateur de Mach-Zehnder (MZM)**

Ce modulateur a deux entrées, une entrée électrique et une autre optique. Ce dispositif produit des changements temporels dans l'amplitude et la phase du signal optique (Fig. 3.3) [8].

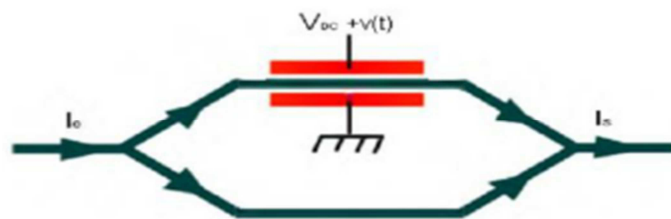


Fig. 3.3 : Schéma simplifié d'un modulateur de Mach-Zehnder.

3.2.2 Support de transmission (la fibre optique)

La fibre optique est un guide d'onde qui transporte les informations d'un point à un autre sous forme de lumière. La fibre optique présente un support de transmission avec de nombreux avantages justifiant son introduction dans les systèmes de transmission :

- Performance de transmission : très faible atténuation, très grande bande utilisable, multiplexage possible.
- Avantages de mise en œuvre : très petite taille, grande souplesse, faible poids.
- Sécurité électrique : isolation totale entre terminaux, utilisation possible en ambiance explosive ou sous de fortes tensions et insensible aux perturbations électromagnétique. Dans sa forme la plus simple, la fibre optique est constituée

d'un cœur cylindrique de Silice entouré par une gaine dont l'indice de réfraction est plus faible que celui du cœur, tous les deux entourent une gaine de protection (Fig. 3.4). Une fibre optique est donc un guide d'onde cylindrique diélectrique constituée de deux diélectriques de même axe, le cœur et la gaine.

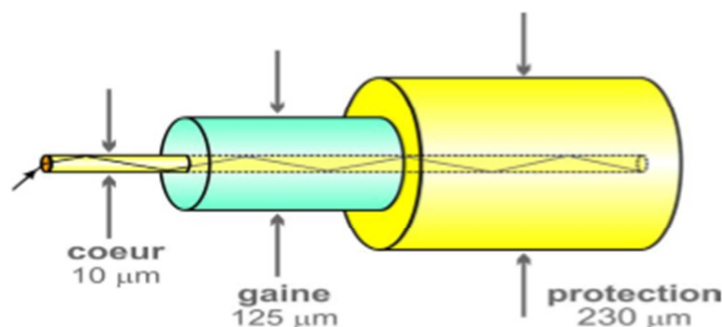


Fig. 3.4 : Schéma simplifié d'une fibre optique.

- a) **Le cœur** : Composé en silice (SiO_2), il est en verre pure et c'est la couche la plus importante en terme de transmission optique qui permet de guidé les informations d'un bout à l'autre de la fibre sans trop de perte.
- b) **La gaine optique** : Il s'agit d'une couche de verre qui entoure le cœur et fonctionne comme un miroir, son indice de réfraction est inférieure à celui du cœur (différence de quelque nm). Les impulsions lumineuses se propagent dans le cœur tandis que la gaine les reflète. Ainsi, les impulsions lumineuses sont contenues dans le cœur de la fibre selon un phénomène appelé réflexion totale interne.
- c) **La protection** : Il s'agit généralement d'une gaine en PVC qui protège le cœur et la gaine optique. Elle peut également contenir des matériaux de renforcement et un gainage destiné à la protection mécanique et aussi à la flexibilité ainsi que la facilité de la manipulation [9].

3.2.3 Le récepteur optique

Un récepteur optique est le module de fin de chaine d'un système de transmission par fibre optique. Il reçoit le signal optique provenant de la fibre optique et le transforme en signal électrique afin d'extraire l'information transmise. Le signal optique qui est transformé en signal électrique grâce à un photodétecteur est ensuite amplifié avant que les données ne soient extraites.

3.2.3.1 Le photodétecteur

Un photodétecteur converti les photons incidents en courant d'électron. Il transforme donc le signal optique en signal électrique. Un bon photodétecteur doit être très sensible à la longueur d'onde utilisée, générer un minimum de bruit et doit être suffisamment rapide. Les photodétecteurs à semi-conducteurs sont les plus utilisés car ils sont très rapides, peut couteux et de dimensions compatibles avec les fibres optiques.



Fig. 3.5 : Un récepteur optique (photodétecteur).

3.3 Critères et méthodes d'évaluer la qualité de transmission :

Pour évaluer la qualité de transmission des systèmes optique, il existe trois principaux critères :

3.3.1 Taux d'erreurs binaires :

La qualité de transmission numérique binaire est intrinsèquement simple à évaluer puisqu'il suffit de comparer la séquence de symboles envoyés avec la séquence de symboles reçus, et de compter les erreurs c'est-à-dire le nombre de fois d'un « 0 » est détecté pour un symbole « 1 » émis ou vice versa. On définit alors le taux d'erreurs binaires ou Bite Error Rate en anglais (BER) correspondant au nombre d'erreurs sur le nombre de bits transmis pendant la durée de la mesure .

$$\text{BER} = \frac{\text{nombre de bit erronés}}{\text{bit de bit transmis}} \quad \text{Eq 3.1}$$

La mesure de qualité globale d'un système de canaux multiplexé en longueurs d'onde passe par la mesure du taux d'erreur de tous les canaux. Si un seul canal parmi plusieurs canaux présente des erreurs, le taux d'erreurs du système global est proche du taux d'erreurs du canal présentant des erreurs.

3.3.2 Facteur de qualité :

Le signal mesuré à l'entrée du canal de l'oscilloscope contient une contribution due au signal utile ainsi qu'un apport en bruit dû à l'ensemble des éléments de la chaîne de transmission. Dans le diagramme de l'œil qui retrace le signal mesuré, le signal utile est représenté par les niveaux moyens 1 et 0. Le bruit représente les déviations des puissances optiques autour de ces niveaux moyens, il est quantifié en combinant les écarts-types 1 et 0.

On définit donc le facteur Q à partir de relevé du diagramme de l'œil par :

$$BER = \frac{1}{2} \operatorname{erfc} (Q/\sqrt{2}) \quad \text{Eq 3.2}$$

$$\operatorname{Avec} \operatorname{erfc}(x) = 2/\sqrt{\pi} \int_x^{-\infty} e^{-y^2} dy \quad \text{Eq. 3.3}$$

3.3.3 Diagramme de l'œil

La façon la plus « visuelle » de juger la qualité d'un signal est d'observer le diagramme de l'œil qui représente la superposition synchrone de tous les symboles binaires de la séquence transmise. Plus le signal est de mauvaise qualité, plus le diagramme de l'œil est fermé, plus le facteur de qualité est faible et ainsi plus la détection du signal sans erreur est difficile. Le diagramme de l'œil est donc un excellent moyen visuel de juger de la qualité du signal dans la limite de la réponse de la photodiode et de l'oscilloscope utilisé.

Partie 2 : Simulation et résultats

Dans cette partie, nous abordons la simulation par une présentation du logiciel Optisystem, ainsi que ses différentes caractéristiques et les diverses applications que propose le logiciel. La simulation est ensuite effectuée sur une liaison 1 GE pour un lien Metro-MSAN, la liaison étant bidirectionnelle.

Le but recherché dans ce chapitre est d'examiner les résultats de la simulation pour différents paramètres telle que la longueur d'onde qui est égale à 1550 nm pour la liaison descendante et de 1390 nm pour la liaison montante ainsi nous avons choisi quatre différentes longueurs de la fibre optique, cela concerne la liaison métro_MSAN, nous utiliserons une chaîne de transmission utilisant la technique de multiplexage WDM.

3.4 Présentation du logiciel Optisystem

La conception et l'analyse des systèmes de communications optique, comprennent des dispositifs non-linéaires et des sources de bruit non gaussiennes qui sont très complexes et couteuses en temps, il en résulte que ces tâches ne peuvent désormais être effectuées rapidement et efficacement qu'avec l'aide de nouveaux outils logiciels.

OptiSystem est un outil qui permet aux scientifiques et aux ingénieurs de modéliser, simuler, analyser et concevoir tout module de traitement du signal, allant du dispositif le plus élémentaire, au système complet de communication. OptiSystem est un environnement interactif qui allie des outils numériques efficaces à des fonctionnalités graphiques puissantes et une interface utilisateur conviviale.

La démarche à suivre se décompose en deux étapes :

- Construire le schéma bloc.
- Analyser le schéma.

3.4.1 Interface de l'OptiSystem

L'interface OptiSystem contient une fenêtre principale répartit en plusieurs parties (Figure 3.1)

- ✓ Bibliothèque : une base de données de divers composants existants.
- ✓ Editeur du layout : permet l'édition et la configuration du schéma en cours de conception.
- ✓ Projet en cours : visualisation des divers fichiers et composants correspondant au projet en cours.

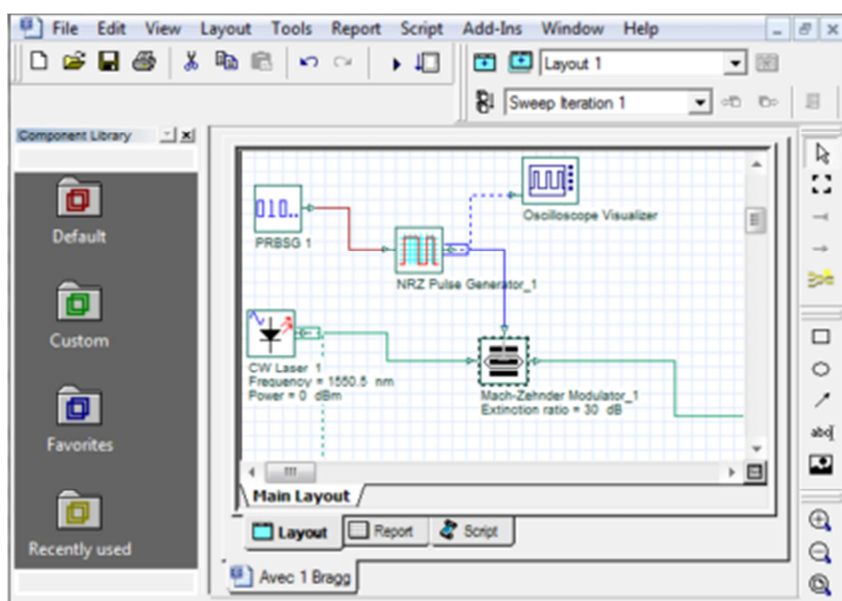


Fig. 3.6 : Interface d'utilisateur graphique (GUI).

3.4.2 Paramètres caractéristiques

Pour insérer un composant (photodétecteur) de la bibliothèque OptiSystem, il suffit d'accéder au bloc Default, Receivers Library et Photodetectors (Fig 3.7).

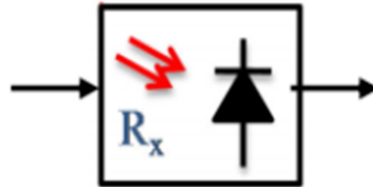


Fig. 3.7 : Schéma d'un photodétecteur sous Optisystem.

Les caractéristiques du photodétecteur utilisée, sont obtenues par un clic sur le composant (Fig. 3.8).

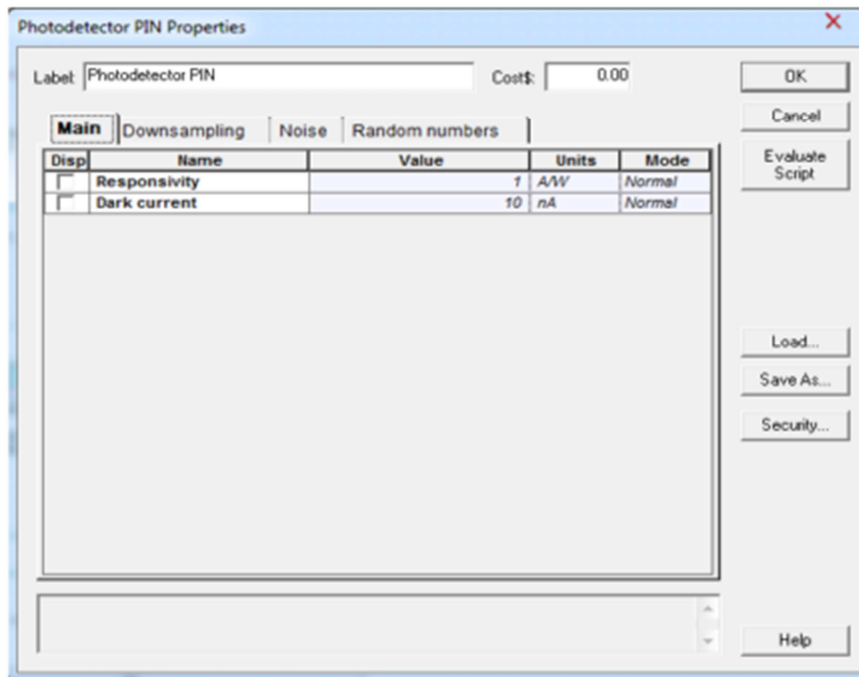


Fig. 3.8 : Interface de définition du photodétecteur.

3.4.3 Application d'Optisystem

Parmi les diverses applications d'Optisystem nous allons citer les plus utilisées :

- ✓ La conception du système de communication optique du composant au niveau de la couche physique.
- ✓ Le calcul du taux d'erreur binaire (BER) et le calcul du bilan de liaison.
- ✓ La conception des réseaux TDM/WDM et optiques passifs (PON).
- ✓ L'espace libre pour les systèmes optique (OSA).

-
- ✓ La conception d'anneau SONET/SDH.
 - ✓ La conception d'émetteur de canal et d'amplificateur.

3.4.4 Principales caractéristiques du logiciel Optisystem

Les principales caractéristiques du logiciel sont :

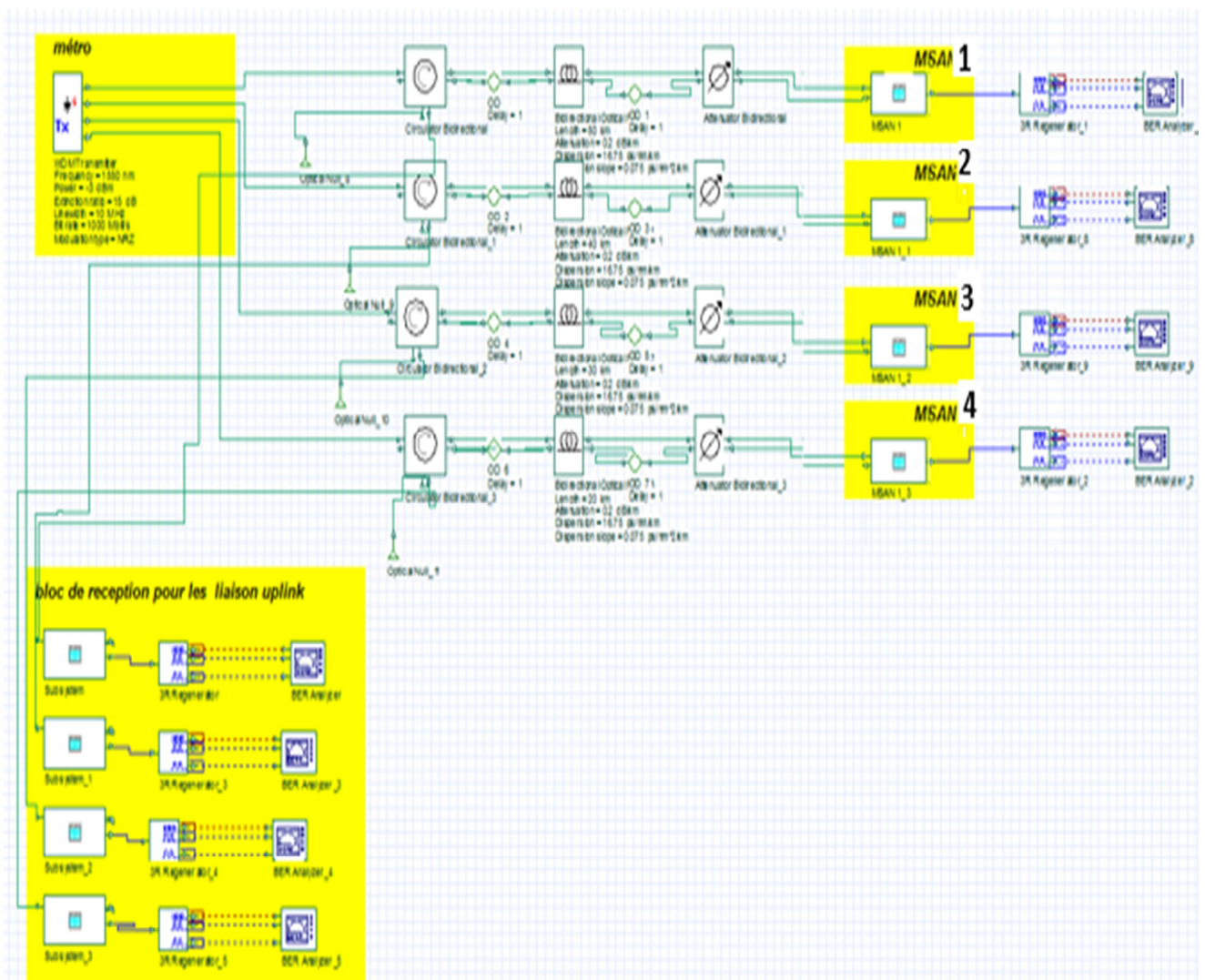
- ✓ Les composants virtuels de la bibliothèque sont capables de reproduire le même comportement et le même effet spécifique en fonction de la précision sélectionnée et leur efficacité reproduite par les composants réels.
- ✓ La bibliothèque des composants permet d'entrer les paramètres qui peuvent être mesurés à partir de périphériques réels, il s'intègre aux équipements de test et de mesurer des différents fournisseurs .
 - Les outils de visualisation avancée produit le SAOS Spectral, le signal sonore, les diagrammes de l'œil, l'état de la polarisation, la constellation schémas et beaucoup plus.
- ✓ Il est possible de joindre un nombre arbitraire de visualiser sur le moniteur au même port. L'état de l'art et le calcul de flux de données.
 - Le calcul planificateur contrôle la simulation en déterminant l'ordre d'exécution des modules du composant selon les données sélectionnées.

3.5 Description du système

Au fond de cette partie, nous allons présenter et décrire les résultats de simulation liés à un système reliant des MSANs avec un métro avec un débit de 1 Gbit/sec

Dans cette partie nous allons évaluer les performances d'un système en étudiant l'influence de la longueur de la fibre optique, le débit binaire pour déterminer les meilleurs paramètres possible pour avoir un facteur de qualité relativement considérable.

La figure 3.9 montre le schéma en bloc sous Optisystem d'un système que nous avons simulé : la liaison métro avec 4 MSAN



Le schéma de simulation étant complet, on a préféré, le partitionné en plusieurs blocs permettant ainsi d'éclairer tout élément de la chaîne de transmission, à savoir l'élément émetteur, le support de transmission puis à la fin le récepteur.

La transmission ciblée est entre le Metro et chaque MSAN, cette liaison est du type 1GE, c'est la carte 1GE configuré à l'intérieur du Metro et de même pour le MSAN qui assure ce lien. Donc pour les deux extrémités de la chaîne, existe une carte assurant en même temps l'émission et la réception.

Le signal optique envoyé du Metro switch vers l'MSAN est inséré sur une fibre optique monomode autour de 1550nm. (Voir Fig 3.9)

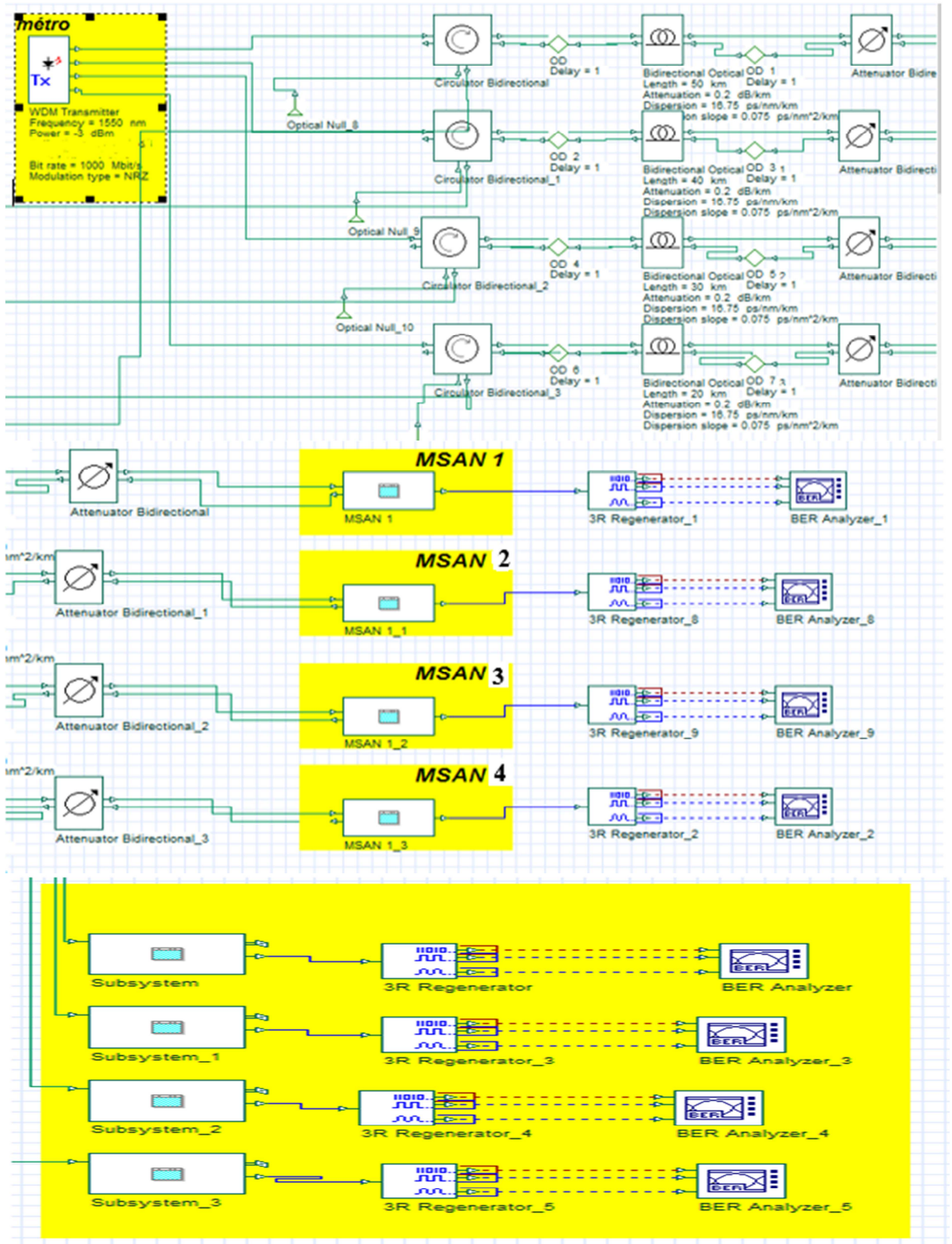


Fig. 3.9 : le schéma en bloc de la liaison Métro_MSAN

Les MSAN et les subsysteme qui ont indiqué dans la figure précédente sont des sous-système comme montré dans la figure suivant :

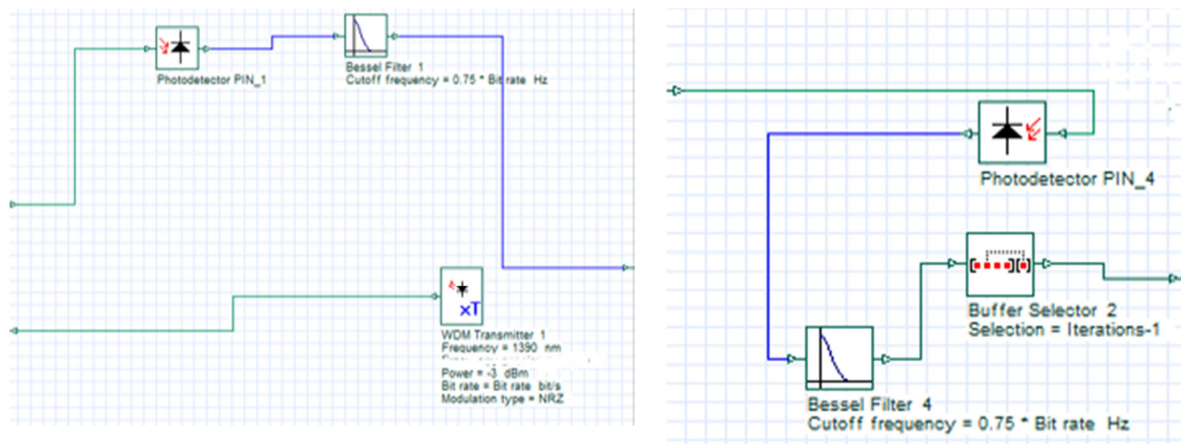


Fig. 3.10 : les sous système de la simulations

Le tableau suivant représente les blocs utilisés dans la simulation et leurs descriptions :

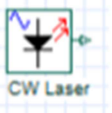

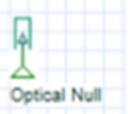
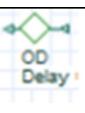
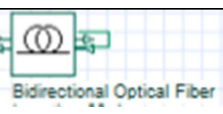
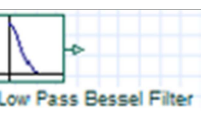
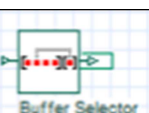
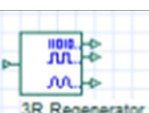

symbol	description
	Generates a continuous wave optical signal
	Separates upstream and downstream signals
	Creates a zero optical signal
	Adds delay to make the bidirectional signals pass at the same time
	Allows optical signals to travel in both directions at the same time
	Filters the signal with a Bessel frequency transfer function
	Selects the signal data associated with a specified iteration in a series of iterations
	Regenerates the optical signal
	Measures the performance of the system based on the signal before and after the propagation

Tableau 3.1 : les symboles et leurs descriptions

3.6 Résultats de simulation :

3.6.1 La liaison descendante : on verra pour cette liaison l'influence de la distance sur la qualité de transmission, pour cela plusieurs distances sont alors testées.

Pour une distance de 20 km :

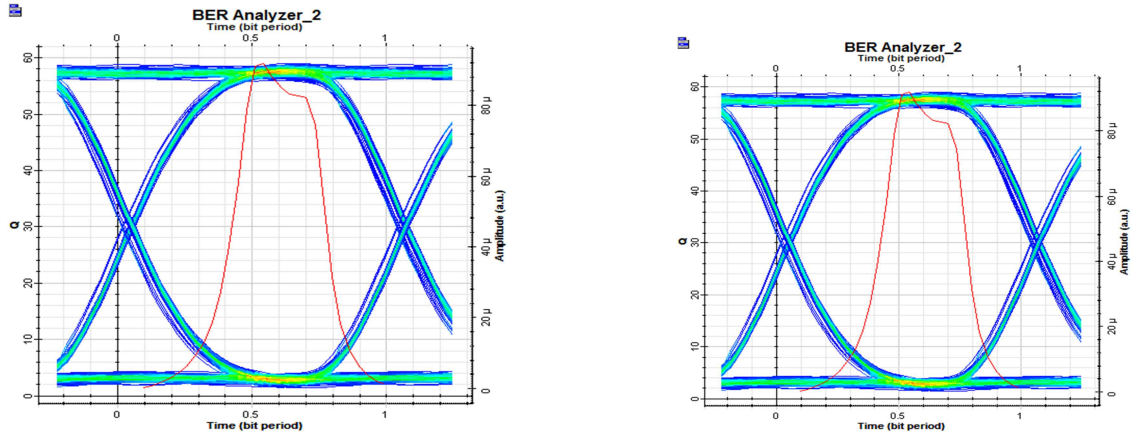


Fig. 3.11 : Diagramme de l'œil d'une distance de 20 km

Pour une distance de 30 km :

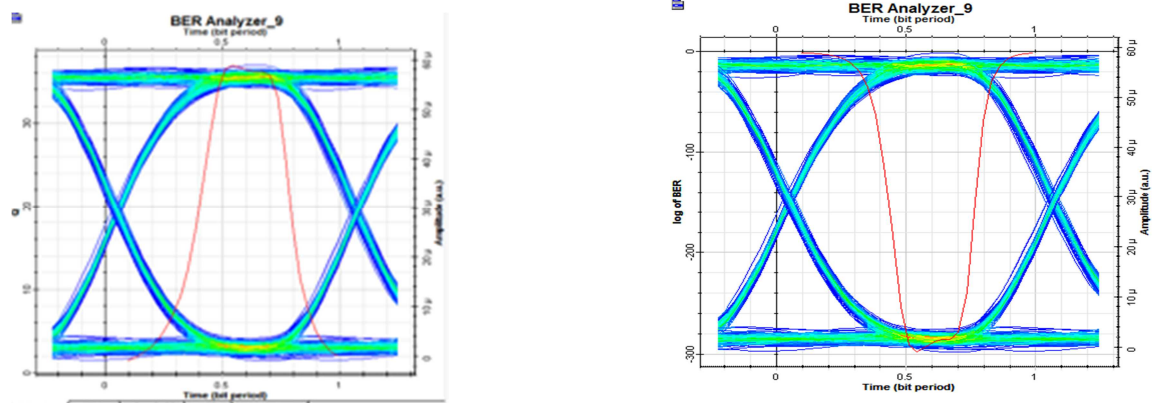


Fig. 3.12 : Diagramme de l'œil d'une distance de 30 km

Pour une distance de 40 km :

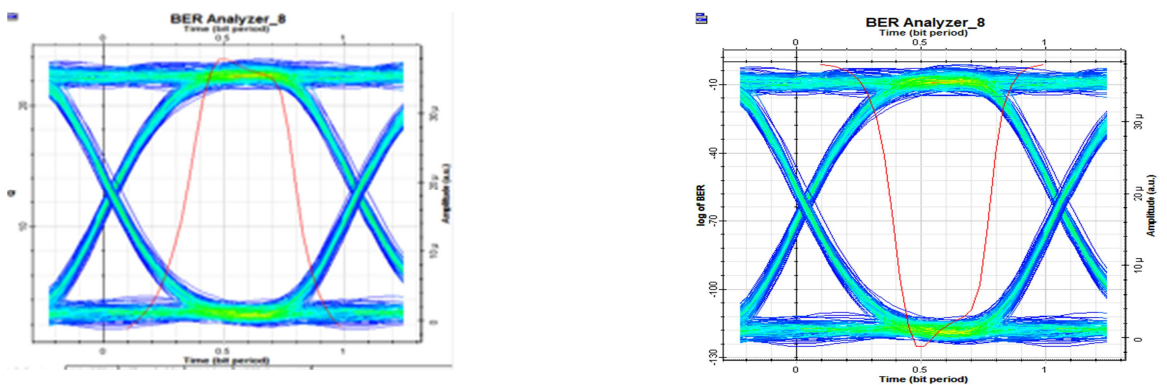


Fig. 3.13 : Diagramme de l'œil d'une distance de 40 km

Pour une distance de 50 km :

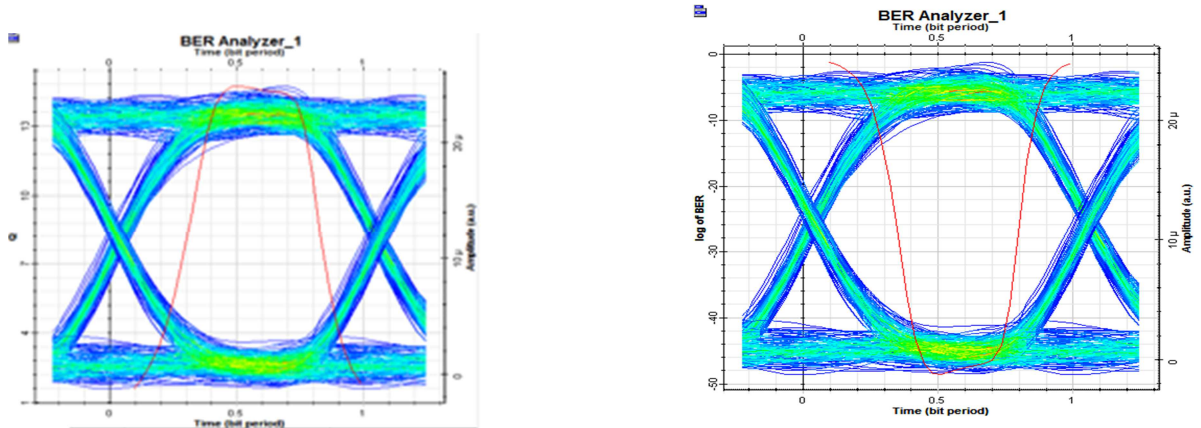


Fig. 3.14 : Diagramme de l'œil d'une distance de 50 km

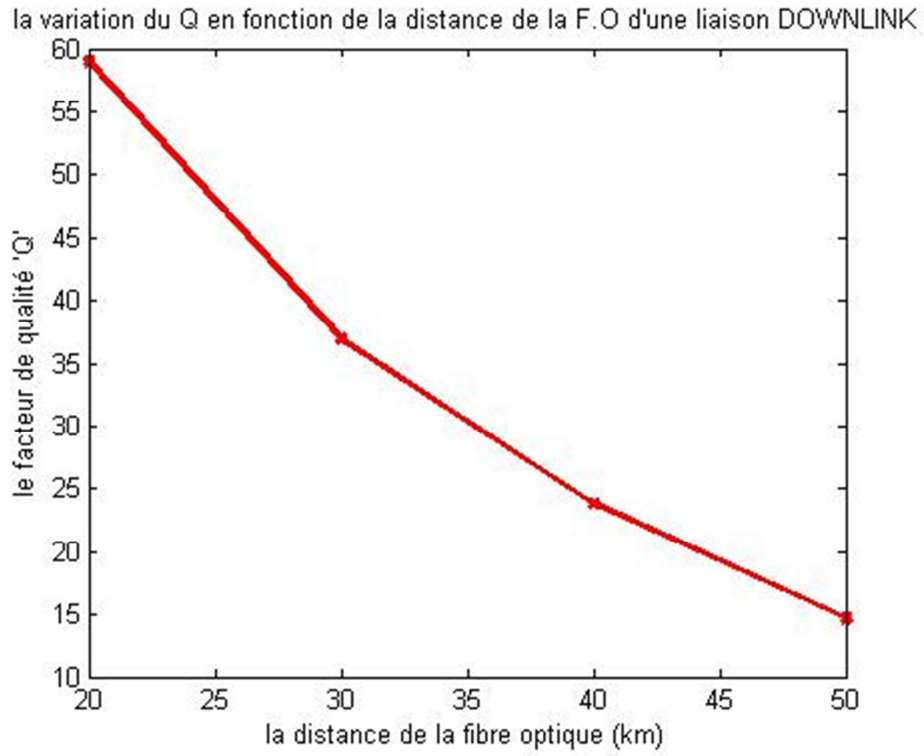
D'après les diagrammes de l'œil pour les différentes distances, on voit clairement l'ouverture du diagramme par rapport autre selon la distance qu'on a choisi, cela confirme l'influence de la longueur de la fibre sur la qualité de la transmission optique. Cela reste quand même relatif, puisque le facteur de qualité reste dans toutes les distances testées supérieur à 6. Il est à signaler aussi que la distance entre MSAN et Metro switch reste limité et ne dépasse pas les valeurs traitées dans cette étude. Alors, on pourrait dire que la distance dans les marges prise ou étudiées (planification) n'influe pas sur la fiabilité de la transmission

Le tableau ci-contre représente les valeurs que nous avons trouvées lors de la simulation du système pour la liaison descendante

La distance de la fibre optique (km)	20	30	40	50
Le facteur de qualité 'Q'	58.99	36.94	23.83	14.71
BER	0	$4.97 \cdot 10^{-299}$	$7.85 \cdot 10^{-126}$	$2.41 \cdot 10^{-49}$

Tableau 3.2 : les résultats de simulation pour la liaison descendante

Les valeurs du tableau précédent sont représentées dans le graphe ci dessous en utilisant le MATLAB



D'après le tableau et le graphe on constate que plus la longueur de la fibre est grande plus le facteur de qualité diminué à cause des pertes d'informations qui se produisent à l'intérieure de la fibre dus aux phénomènes indésirables .

3.6.2 La liaison montante :

Pour une distance de 20 km :

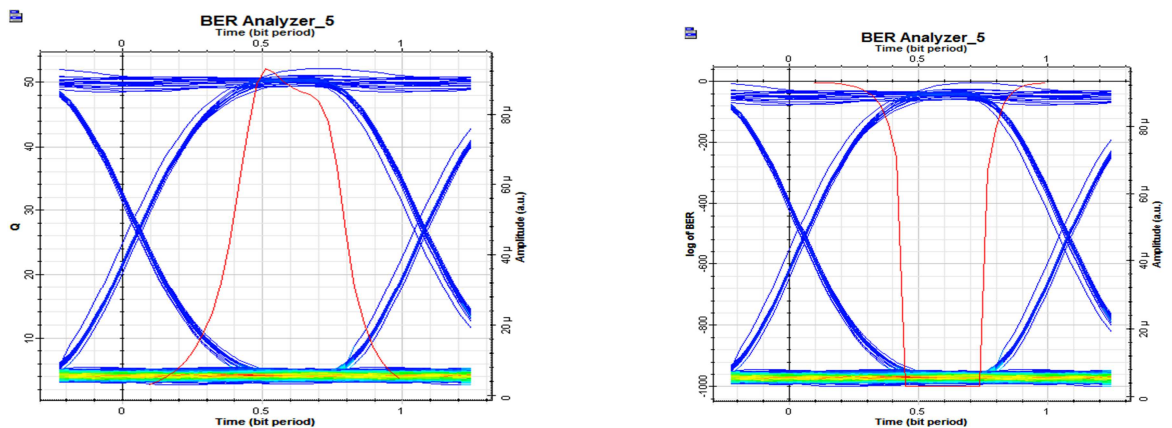


Fig. 3.16 : Diagramme de l'œil d'une distance de 40 km

Pour une distance de 30 km :

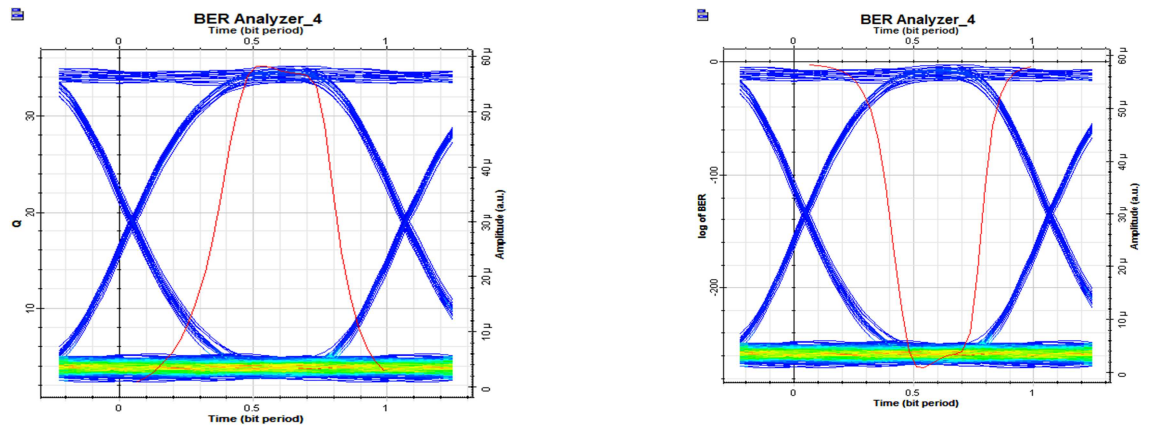


Fig. 3.17 : Diagramme de l'œil d'une distance de 40 km

Pour une distance de 40 km :

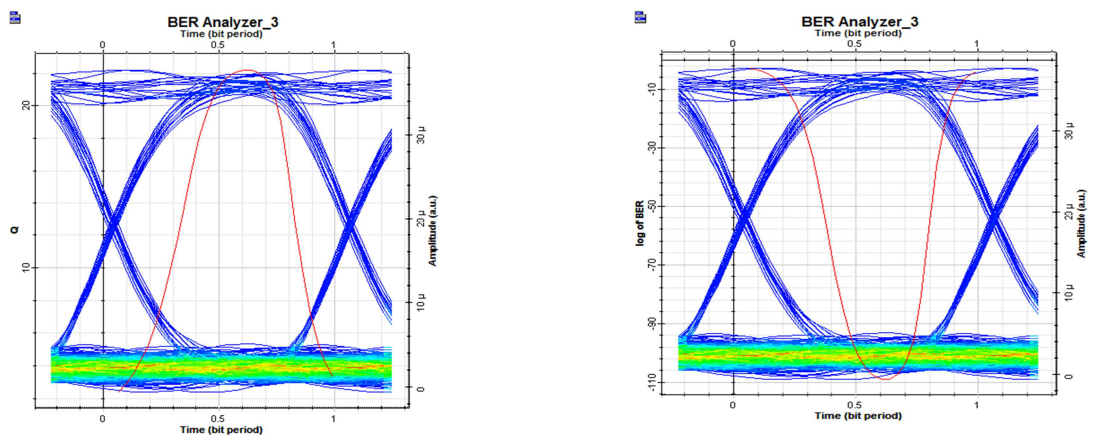


Fig. 3.18 : Diagramme de l'œil d'une distance de 40 km

Pour une distance de 50 km :

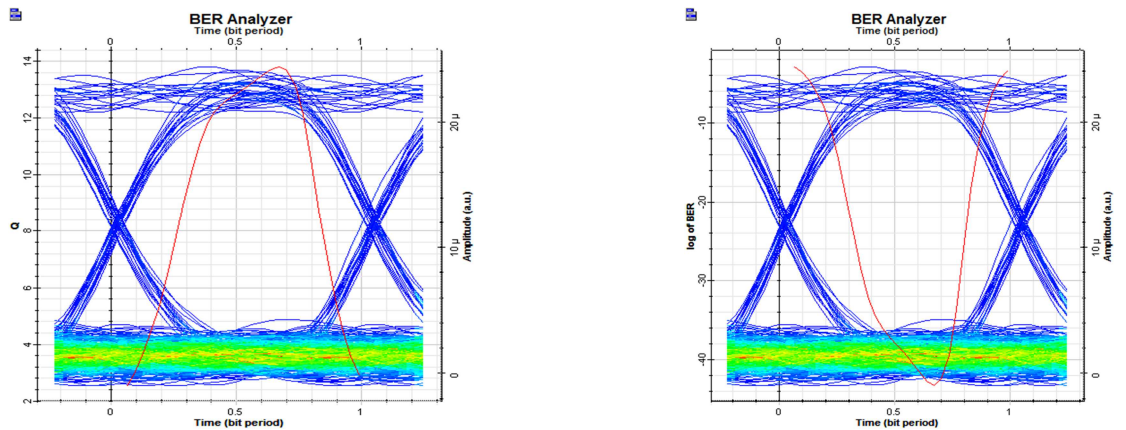


Fig. 3.19 : Diagramme de l'œil d'une distance de 40 km

D'après les diagrammes de l'œil pour tous les distances on voit clairement l'ouverture les uns des autres ,cela confirme la grande influence de la longueur de la fibre sur la fiabilité de la transmission optique

Le tableau ci-contre représente les valeurs que nous avons trouvées lors de la simulation du système pour la liaison montante :

La distance de la fibre optique (km)	20	30	40	50
Le facteur de qualité 'Q'	52.12	35.15	22.19	13.81
BER	0	$2.40 \cdot 10^{-271}$	$9.94 \cdot 10^{-110}$	$5.28 \cdot 10^{-44}$

Tableau 3.3 : les résultats de simulation pour la liaison montante

Les valeurs du tableau précédent sont représentées dans le graphe si dessous en utilisant le MATLAB

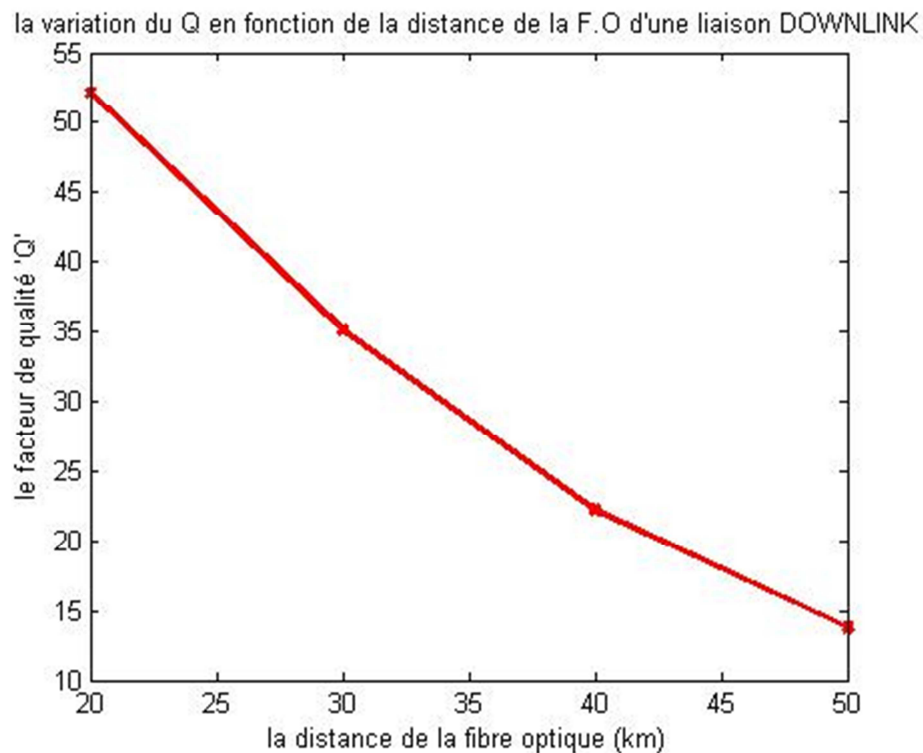


Fig. 3.20 : la variation de Q en fonction de la distance du F.O

D'après le tableau et le graphe on constate que plus la longueur de la fibre est grande plus le facteur de qualité diminué à cause des pertes d'informations qui se produisent à l'intérieure de la fibre dus aux phénomènes indésirables .

Conclusion

L'évolution des communications optiques a permis aux réseaux de télécommunications d'atteindre un niveau de performances extraordinaires et a ouvert les portes devant l'apparition de nouvelles disciplines qui visent l'amélioration de l'existant et la création de nouveaux dispositifs pour la transmission et le traitement du signal optique.

La longueur de la fibre optique a une grande influence sur la qualité de la transmission et sur le facteur de qualité, pour cela nous avons augmenté au fur et à mesure au niveau de notre simulation la longueur de la fibre en fixant la puissance à -3 dBm et le débit à 1Gbits/s et nous avons observé les résultats obtenus du facteur de qualité et BER.

2.1 Introduction

Avec la demande, de plus en plus croissante des services de télécommunications comme la voix, la vidéo et les services multimédia, l'opérateur se trouve dans l'obligation d'implémenter une solution d'accès qui permet d'offrir des services de grandes capacités, de hauts débits et de meilleures qualités. La solution MSAN peut donc être adoptée, car elle permet d'offrir des services tels que le Broadband et le Narrowband, tout en se basant sur une architecture NGN. [5]

2.2 MSAN dans le réseau NGN

L'équipement MSAN est le seul point d'accès dans les réseaux NGN, il se situe bien évidemment dans la couche d'accès et peut offrir un réseau d'accès à large bande et des réseaux de prochaine génération (NGN). Il fournit une grande capacité en termes de nombres d'utilisateurs (jusqu'à 850 par MSAN).[5]

Un MSAN joue principalement le rôle d'un media gateway, ainsi il assure la gestion (Disponibilité, détection de fautes) de la couche physique du réseau. Il a ainsi pour rôle :

- Le codage et la mise en paquet du flux media reçu de la part du réseau d'accès vers le réseau paquet et inversement, autrement dit, la conversion du trafic par exemple TDM/IP.
- La transmission des flux media suivant les instructions du Media Gateway Controller.

Le projet MSAN a été déployé en Algérie vers les Années 2009 dans l'optique d'unifier l'ensemble des réseaux existants (fixe, données et internet) pour aboutir à une offre dite Triple Play, qui se fera via une transmission IP.

La figure (Fig.2.1) présente l'architecture du réseau MSAN répondant au critère NGN.

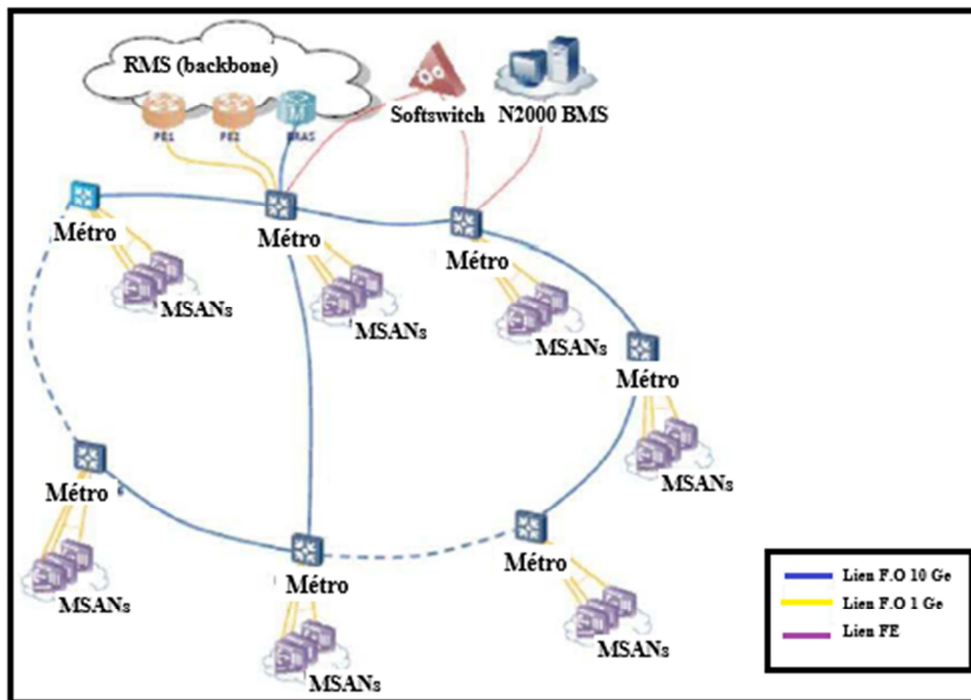


Fig.2.1 :MSAN dans le réseau NGN

Le réseau MSANs est relié au réseau Backbone (RMS) par un ensemble d'équipements appelés Métros. Cette architecture est représentée hiérarchiquement par :

2.3 Le réseau multiservice RMS

Le RMS ou Réseau Multiservice d'Algérie Télécom est un réseau multiservices de nouvelle génération NGN, il repose sur un Backbone de type IP/MPLS complètement maillé, il est géographiquement déployé dans les 4 grandes villes d'Algérie, couvrant ainsi tout le territoire national avec 4 nœuds primaires représentant des couples de routeurs Primaires (Alger, Oran, Constantine et Ouargla) et 5 nœuds secondaires (Alger, Annaba, Sétif, Chlef, Oran) sous forme de couple de routeurs EDGE du réseau IP/MPLS.

La figure ci-dessous représente le réseau Multiservice d'Algérie Télécom :

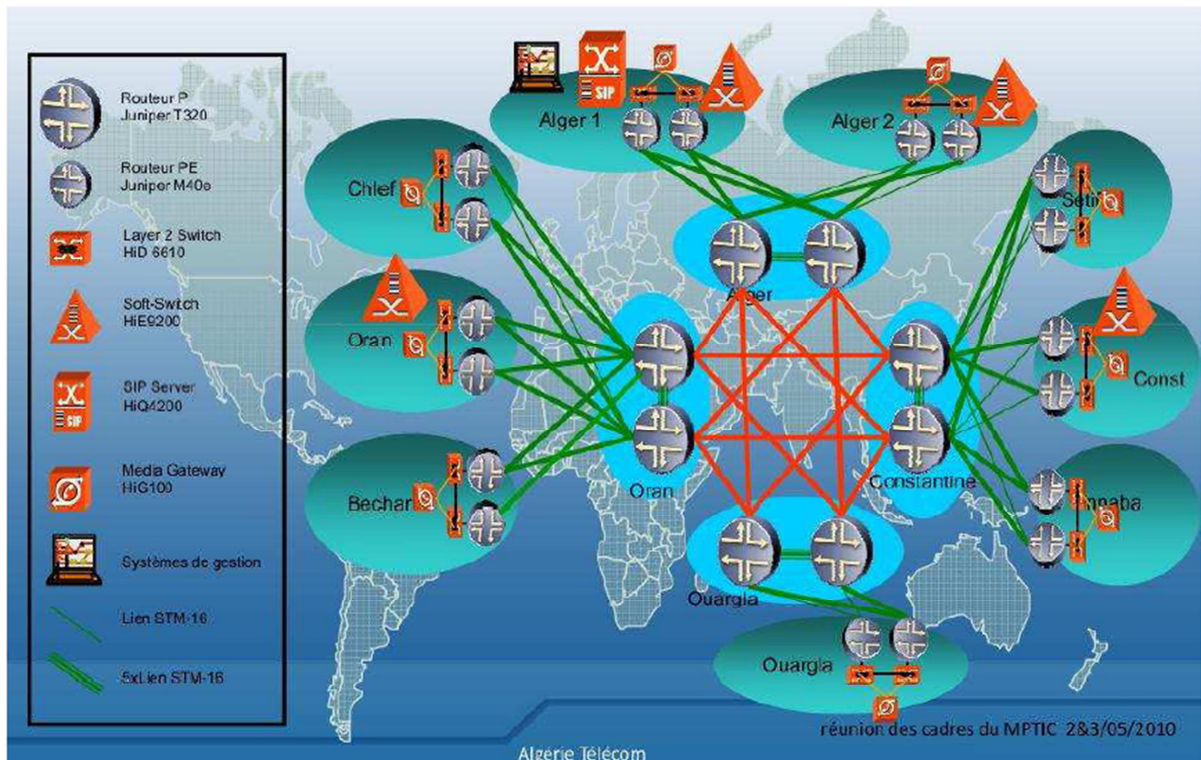


Fig. 2.2 :L'architecture duBackbone IP/MPLS- RMS

2.3.1 Equipements de la couche de transport

Selon le modèle en couche, le Backbone IP/MPLS ou RMS représente la couche de transport, il se compose des équipements suivants :

- **Routeur P (CORE) :** Ces routeurs sont conçus pour le transit principal dans les réseaux cœurs ou bien les Backbones (IP/MPLS), il est doté d'une puissance de commutation de 320 Gb/s optimisé pour les services MPLS et prêt à supporter les interfaces de 10Gb/s en full duplex.
- **Routeurs PE (EDGE) :** le routeur Edgeest situé à la frontière du réseau Backbone relié avec les routeurs de cœurs et les autres routeurs Edge. Ce routeur supporte les interfaces telles que Sonet/SDH, ATM, Ethernet. Il peut être équipé jusqu'à 40 Gb/s en simplex ou 20 Gb/s en full duplex.
- **Softswitch :** il gère le contrôle d'appel, signalisation et la gestion des services, situé dans la couche de contrôle, c'est l'équipement principale gérant le traitement

s'appel, services téléphoniques de base, services multimédia et mobile sur le réseau IP.

- **BRAS (BroadbandRemoteAcces Server) :** il représente un répartiteur de flux internet sur le réseau IP et un concentrateur de trafic remontant depuis les MSANs. Il représente aussi un point d'accès vers les différents serveurs d'authentification, de comptage et de taxation. [6]

2.3.2 Equipements de la couche d'accès

- **Le METRO :**

Il permet de relier plusieurs MSAN via des ports Ethernet de 1Ge ou bien utilisant des ports Ethernet de 10Ge pour l'interconnexion avec une autre Metro. Son principal rôle est l'acheminement des paquets de données et le filtrage.

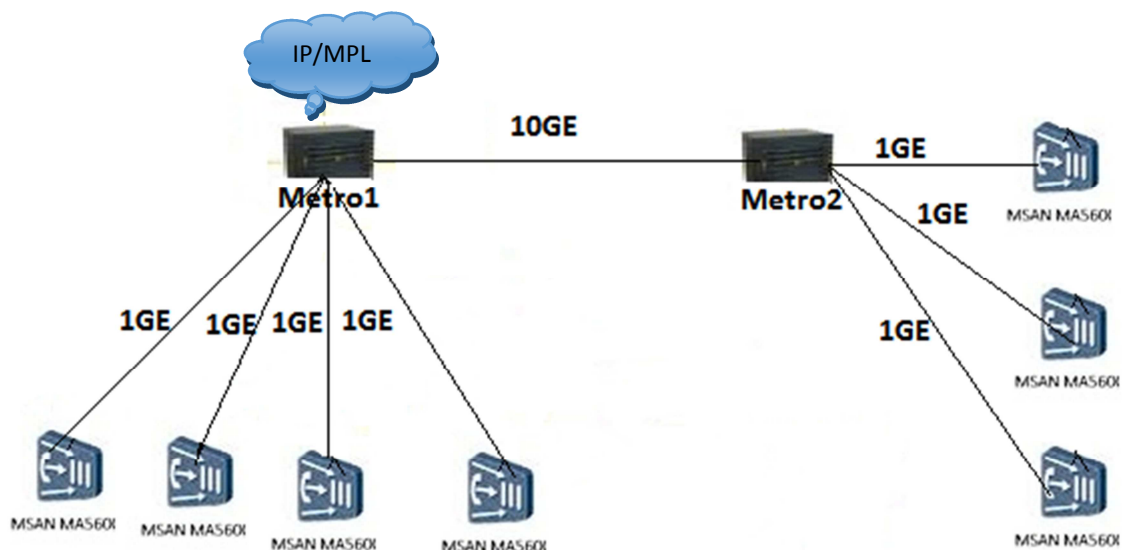


Fig.2.3 : La liaison Métro_MSAN

- **Le MSAN (Multi Service Access Node) :**

Un MSAN est une interface capable de prendre en charge des milliers de clients large bande sur une seule interface réseau. Le MSAN permet aux opérateurs de fournir des services de téléphonie classiques RTC, téléphonie VoIP et des services haut débit. Il représente ainsi un convertisseur optique électrique entre la centrale et le local client.



Fig. 2.4 : L'équipement MSAN et son alimentation

2.4 Les type de cabinets MSAN MA5600T

Nous proposons dans ce qui suit une description de l'équipement MSAN du type (MA5600T). Huawei est le fournisseur principal du MA5600T que nous avons rencontré durant notre stage. De manière générale, on distingue 2 types du MSAN :

- MSAN Outdoor, est généralement installé à l'extérieur dans les rues et supporte un seul frame.
- MSAN Indoor est une sorte d'armoire qui supporte jusqu'à 3 frames. Il est installé dans les locaux d'Algérie Telecom.

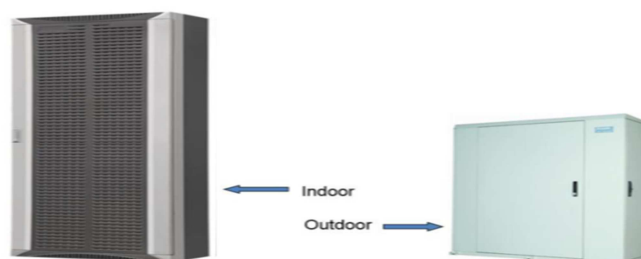


Fig.2.5: Le MSAN Outdoor/Indoor

2.5L'architecture fonctionnelle du MSAN MA5600T

Le MA5600T est conçu pour la construction du réseau d'accès à large bande et des réseaux de prochaine génération (NGN). Il fournit une grande capacité en termes de nombre d'utilisateurs, haut débit et des services de haute qualité, tels que la voix, les données et la vidéo et des services multimédias.

- ✓ Les fonctionnalités du MA5600T :
 - Plate-forme d'intégration des services d'accès.
 - Haute densité des abonnés.
 - Puissante capacité de traitement des services.
 - Caractéristiques importantes de VoIP.
 - Migration facile vers les réseaux NGN.
 - Mise en réseau flexible.
- ✓ Structure logique : Le MA5600T est composé des unités suivantes :
 - Module de contrôle de service.
 - Unité contrôle de commutation de paquet.
 - Unité de traitement de paquets de voix.
 - Unité d'interface réseau.
 - Unité d'interface de Service.

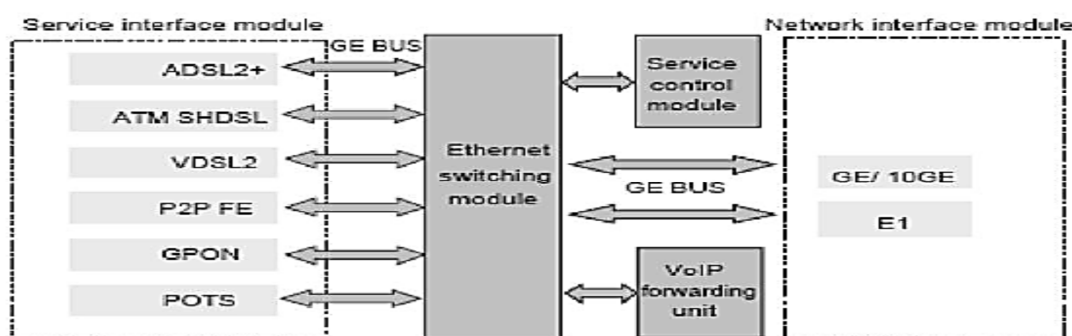


Fig. 2.6 : Architecture logique du MSAN

Les fonctions des modules sont décrites comme suite :

- Le module de contrôle de service : configure l'ensemble du système, recueille et diffuse des informations d'état (par exemple, il reçoit les alarmes des cartes à travers le protocole de la couche haute entre les cartes et la carte SCU), et traite

les protocoles. En outre, le module de contrôle offre un port Ethernet et un port série.

- L'unité de contrôle de commutation de paquet : met en œuvre la commutation et l'agrégation des services à large bande.
- L'unité de traitement des paquets des voix : convertit le flot de voix en des paquets IP.
- L'unité des interfaces réseaux : propose plusieurs interfaces réseau, y compris les ports E1, FE et GE.
- L'unité des interfaces de services : offre divers services, y compris les interfaces

2.6 Les cartes utilisées dans l'équipement MSAN (MA5600T)

Le MSAN est composé de deux types de cartes :

- Cartes de services
- Cartes de contrôle.

Il y a deux types de cartes de contrôle SCUA et SCUB qui sont responsables de contrôler le fonctionnement de l'ensemble des cartes de services et de gérer plusieurs fonctions de contrôle.

Type des cartes	Identifiant	Slot
Cartes de contrôle	SCUA/B	Slots 9 et 10

Tableau.2.1 : Cartes de contrôle

SCUA/B (Super Control Unit A/B) :

C'est une carte combo de contrôle pour les services à large bande (Broadband) et à bande étroite

(Narrowband), elle assure les fonctions suivantes :

- Collecter, traiter et contrôler les services Broadband et Narrowband.
- Gérer et contrôler les fonctions du module de l'acheminement des paquets VoIP.
- Elle contient quatre ports GE.

Chapitre 2 : Etude de la solution MSAN

Afin de garantir le bon fonctionnement des différentes cartes de l'équipement MSAN, les cartes de control sont toujours redondées dans le sous rack des services, une à l'état actif et l'autre reste en veille.

▪ Cartes de services

Le sous rack des services est composé d'un ensemble des cartes capables de garantir l'ensemble des services Broadband et Narrowband au client.

Identifiant	Fonction	Description	Slot
ADIF/ADLF	<ul style="list-style-type: none">32 ports ADSL2+Un filtre SPL extérieurUn parafoudre	<ul style="list-style-type: none">Débit maximal montant (Upstream) de 1 Mbit/sDébit maximal de 25Mbit/s dans le canal descendant (Downstream)	Slots 1–8 et 11–18
SHLB	<ul style="list-style-type: none">16 ports SHDSL	<ul style="list-style-type: none">Supporte la technologie SHDSL.Débit Upstream est de 2 Mbit/s.Débit de 4 Mbit/s Downstream.	
VDTF/VDSA	<ul style="list-style-type: none">24 ports VDSL2Un filtre SPL extérieurUn parafoudre	<ul style="list-style-type: none">Débit de 100 Mbit/s dans les deux sens sur une distance de 500 mètres	
ASRB	<ul style="list-style-type: none">32 ports POTS	<ul style="list-style-type: none">Gestion les services voix (POTS) basé sur IP (VoIP)	
CAME	<ul style="list-style-type: none">48 ports ADSL2/POTS	<ul style="list-style-type: none">Carte combo pour la voix et data en même tempsSupporte un filtre intégré pour la séparation entre les deux signaux	
GPBC	<ul style="list-style-type: none">4 ports GPON	<ul style="list-style-type: none">fournir et gérer les services xPON	
OPFA	<ul style="list-style-type: none">16 ports optiques FE	<ul style="list-style-type: none">Carte Ethernet qui assure l'accès P2P (Peer to Peer)utilisée généralement dans la solution FTTH	

Tableau.2.2 : Les différentes cartes du châssis des services MA5600T

Le châssis des cartes de services est composé par d'autre type des cartes implémenté pour assurer plusieurs fonctions importantes dans le MSAN :

Type de carte	Identification	Fonction
Cartes des interfaces Uplink	GICD	• 4 ports GE optique
	GICE	• 4 ports GE électriques
	FICB	• 4 ports FE optique
	MFGA	• 2 ports MPLS • 2 ports GE optiques
	TOPA	• 2 ports 10GE optique
Carte d'alimentation	PRTG	• Fournir et gérer l'alimentation pour cartes des services.
Carte Management	GICD	• Signalisation et gestion des alarmes (température, humidité, fumée

Tableau. 2.3 : Autres types des cartes MA5600T

2.7 Les services offerts par le MSAN(MA5600T)

Le MSAN peut offrir deux catégories de services

- Broadbands, qui exploitent une large bande, il s'agit principalement des services triple play.
- Narrowband basée sur une architecture NGN, il s'agit du POTS, RNIS, FAX, Teletax, etc

2.7.1 Les services Broadband (Triple Play)

Le triple play est un mode d'approvisionnement de service dans lequel des services intégrés peuvent être fournis à un utilisateur. Actuellement, les services intégrés régnants incluent le service d'accès d'Internet haut débit, le service Voice over IP (VoIP), et le service d'IPTV. Le but du service triple play est d'encapsuler l'accès à bande large, le service de VoIP, et le service de vidéo dans un raccordement à bande large indépendant pour faciliter l'utilisation et pour réduire le coût d'entretien du support porteur de service

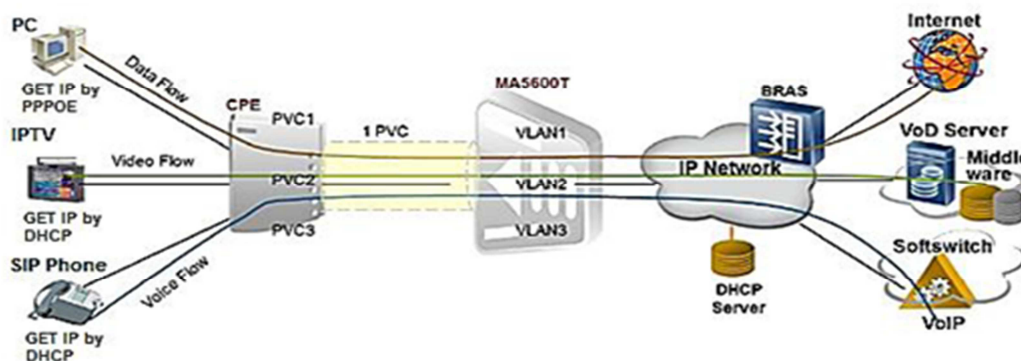


Fig.2.7 : Service Triple Play

2.7.1.1 Le service de télévision sur IP (IPTV)

Le service de la télévision d'Internet Protocol (IPTV) fait référence au service de télévision déployé sur le réseau large bande. Il fournit des programmes de divertissement et d'information, tels que la radiodiffusion, la vidéo sur demande, le jeu de réseau et d'autres informations de vie quotidienne. Parmi les avantages du service d'IPTV, en comparaison avec les services traditionnels de télévision il y a bien de citer :

- Fournit un effet vidéo et audio de haute qualité.
- Suit le même mode d'opération que les programmes télévisés traditionnels.
- Intègre avec le mode d'opération interactif basé sur le WEB pour fournir des interfaces conviviales.
- Fournit beaucoup de services à valeur ajoutée.

Le MSAN (MA5600T) fournit le service d'IPTV en adoptant la technologie de multicast contrôlable, c'est-à-dire le dispositif d'accès contrôle et commande des utilisateurs de multicast. Ceci, répond aux exigences des porteurs pour l'approvisionnement de services de vidéo, et permet aux services de multicast d'être fonctionnels et maniables.

- Le Multicast : Le multicast se rapporte à la communication point-à-multipoint entre un certain nœud et tous autres nœuds dans le réseau. Le contrôle du multicast permet à un dispositif d'accès de déterminer si un utilisateur à l'autorité pour observer des programmes en identifiant les paquets des demandes de l'utilisateur. De cette façon, les équipements d'accès contrôlent et transmet les services de multicast.

Le MA5600T supporte le dispositif de l'IGMP proxy qui permet au dispositif de couche 2 de soutenir le service de multicast. En outre, il diminue les paquets destinés à rejoindre ou quitter un groupe de multicast, de ce fait le trafic de multicast sur le côté de réseau diminue.

2.7.2 Les services Narrowbands

2.7.2.1 Le service de voix sur IP (POTS)

Dans le service de VoIP, les signaux TDM sont convertis en paquets IP. De cette façon, des signaux de voix à bande étroite peuvent être transmis au-dessus du réseau IP. Ceci réduit considérablement le coût du service téléphonique. L'installation d'un appel de VoIP implique de multiples dispositifs et exige l'appui de multiples protocoles et

technologies. La Figure 2.8 montre la structure du réseau de VoIP. Dans cette structure, le MA5600T agit en tant qu'AG (Access Gateway).

La figure si contre représente la structure du réseau VoIP

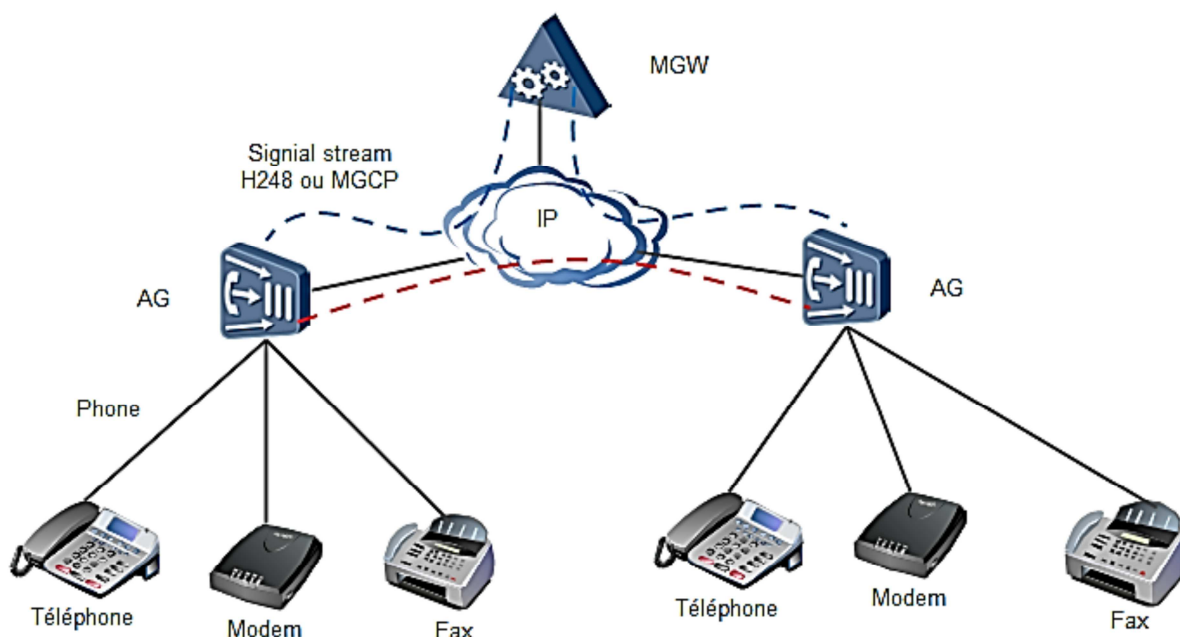


Fig.2.8 : Structure du réseau VoIP

2.7.2.2 Le service RNIS

Le service RNIS est un standard de CCITT qui fournit des services intégrés comme la voix, les données et la vidéo. Le RNIS permet la transmission de ces services sur le même canal de données simultanément. Le réseau RNIS supporte deux types de services :

- Basic rate interface(BRI) : fournit un débit de 144kb/s, incluant deux canaux de type B avec un débit de 64kb/s et un canal de type D avec un débit 16kb/s pour la signalisation.
- Primary rate interface(PRI) : fournit un débit de 2.048kb/s, incluant 30 canaux de type B avec un débit de 64kb/s, et un canal de type D avec un débit de 64kb/s.

La figure ci-dessous représente l'architecture de service RNIS :

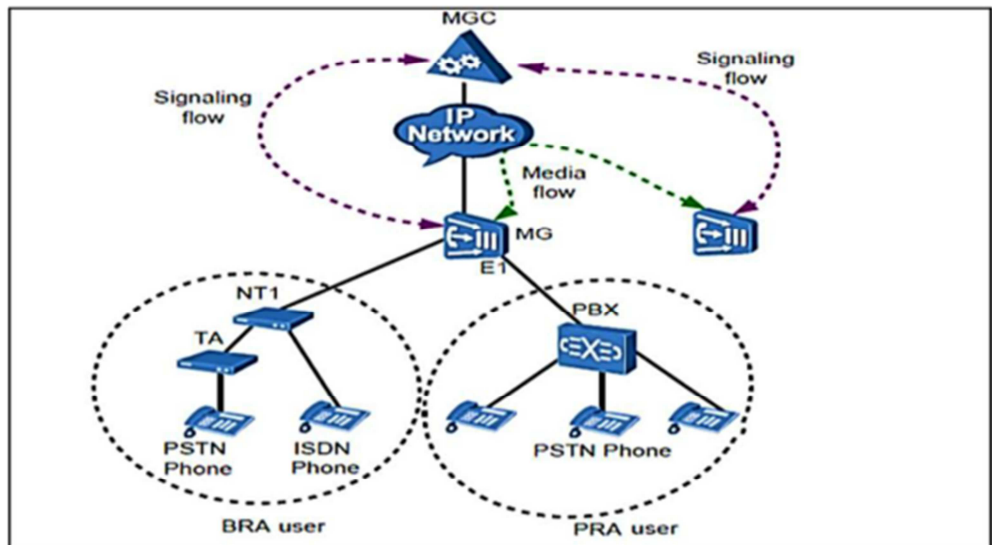


Fig. 2.9: L'architecture de service RNIS

2.8 Evolution du Réseau d'accès Haut Débit vers le Très Haut Débit (solution TTH) :

Dans le cadre du plan d'action 2017, Algérie Télécom prévoit de construire un réseau d'accès capable de supporter les nouveaux services à très Haut Débit à travers des solutions d'accès FTTx. Le FTTH est l'une des déclinaisons parmi d'autres technologies d'accès à internet via la fibre optique, tous regroupés sous le nom de FTTx.

2.8.1 La fibre jusqu'à l'abonné (FTTH)

La fibre à l'abonné est définie comme une architecture de réseau d'accès dans laquelle le raccordement au logement ou au local professionnel de l'utilisateur final est assuré par fibre optique.

Le FTTH (Fiber To The Home) est une technologie permettant l'accès à internet et aux services associés à des débits atteignant jusqu'à 100 Mb/s symétrique soit des débits très supérieurs à ceux de la paire de cuivre et idéal pour les applications multimédias.

2.8.2 Topologie FTTH

1. **architecture P2P point à point** : cette architecture est basée sur la technique Point à Point, elle permet de donner un support de fibre pour chaque abonné.

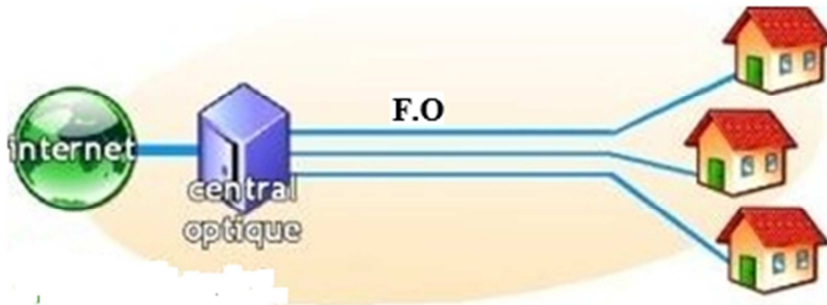


Fig. 2.10: Architecture P2P

2. **Architecture point multipoint** : cette architecture est basée sur la technologie d'accès PON. elle sépare entre les données des abonnées par un élément passive coupleur ou filtre (splitter).

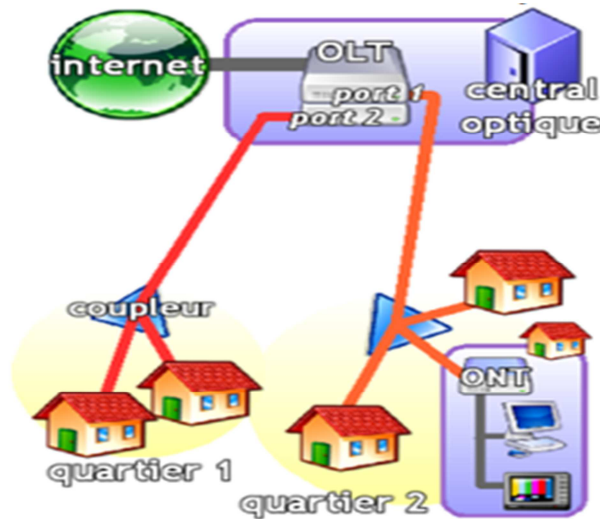


Fig. 2.11 :Architecture point multipoint

2.8.3 Équipement principale dans un réseau FTTH

1. Optical line Termination (OLT) : un équipement de réseau d'accès, qui remplace le MSAN ; il est connecté à un ou plusieurs réseaux de distribution optique passifs (ODN).

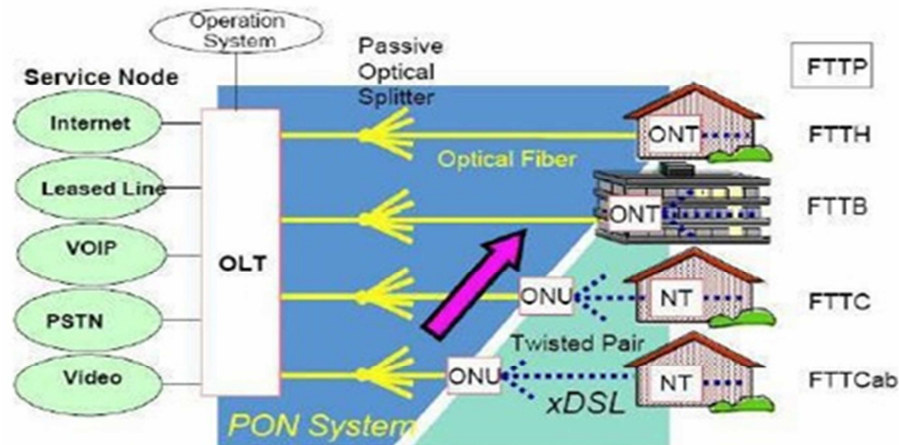


Fig. 2.12: Optical line Termination (OLT)

2. Optical Network Unit (ONU) : est l'équipement utilisateur chargé de terminer la fibre optique dans un réseau d'accès à Internet de type FTTH. Il fait la conversion du signal optique en signal électrique pour l'utilisation domestique via des RJ45.

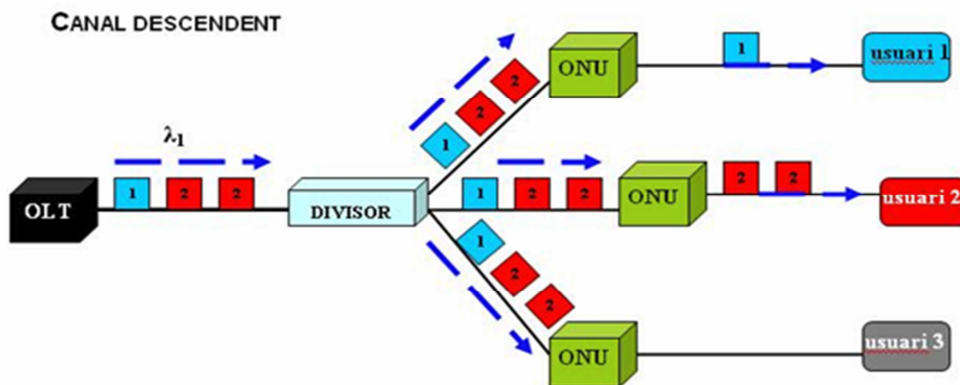


Fig. 2.13: Optical Network Unit (ONU)

3. Le splitter ou coupleur optique : Le Coupleur est un équipement passif qui divise le signal dans le sens descendant et additionne les signaux dans le sens montant.

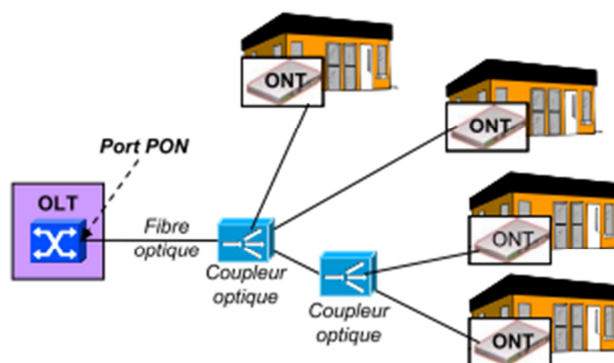


Fig. 2.14 : Principe général de coupleur optique

Les réseaux NGN sont des réseaux de nouvelles générations qui peuvent cohabiter avec différents types de technologies d'accès, à savoir celle hybride avec une terminaison en cuivre comme les MSANs ou les technologies tout optique tel que le FTTH.

En réalité, le déploiement du réseau du FTTH s'est un peu amorti juste pour des raisons purement d'enjeu économique, mais pour le cas d'Algérie Télécom, les responsables prévoient une disparition des MSAN au profit du FTTH qui ne dépassera pas les 5ans. De ce fait, notre étude visé du départ, à fondamentalement appliqué le dimensionnement sur le réseau MSAN puis sur le réseau FTTH. L'étude nécessite ainsi un schéma de simulation modélisant toute la chaîne de transmission de la centrale vers le client.

Pour cela, la figure 2.15 propose le schéma synoptique d'une liaison FTTH.

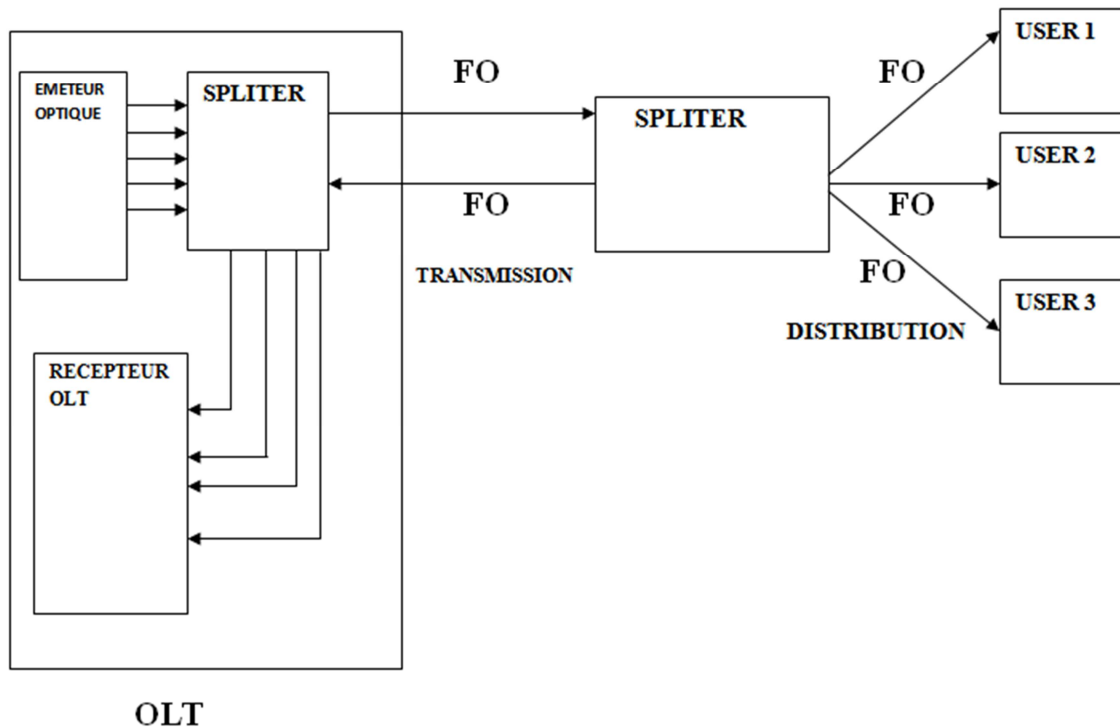


Fig.2.15:Schéma synoptique d'une transmission Fiber To The Home

Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté une étude détaillée de la solution MSAN. Nous avons abordé l'architecture globale du réseau multi service, et les différents composants qu'il contient, par la suite, les différents services offerts par la solution, à savoir le triple Play, POTS et RNIS.

L'étude de la solution MSAN a été effectuée dans l'objectif final de pouvoir étudier la planification ou dimensionnement de cette solution fraîchement déployée dans le réseau téléphonique à haut débit. Le chapitre suivant a pour but de présenter la simulation de liaisons Ethernet dans la boucle Métro-MSAN.

Partie1 : Description d'une chaîne de transmission Fibre optique en télécommunication

3.1 Introduction :

Les besoins en hauts-débits augmentent continuellement, il est nécessaire d'avoir un support physique capable de fournir une bande passante la plus élevée possible et ce sur de grandes distances. Un phénomène physique est capable de respecter ces contraintes : la lumière qui est capable de transporter les informations via la fibre optique.

Les systèmes de transmission par fibre optique sont les seuls actuellement, capables de répondre par leur capacité élevée à la demande croissante du flux de données et particulier les applications multimédia grand public.

Dans ce chapitre, nous allons présenter l'ensemble du travail de simulation que nous avons effectué afin d'évaluer les performances d'un système optique à base de fibre à l'aide de logiciel Optisystem.

Nous commençons par une description de la chaîne de transmission optique en décrivant la partie de l'émission qui concerne les LEDs, les lasers et la modulation puis nous passons vers le support de transmission qui est la fibre optique, et on termine avec la partie réception qui représente les photo-détecteurs.

3.2 Présentation d'une chaîne de transmission par fibre optique

Dans les liaisons optiques hyperfréquences, comme dans tous les systèmes de communication, il existe trois blocs importants pour effectuer la transmission de l'information qui sont : L'émetteur, le canal de communication et le récepteur (Fig. 3.1)

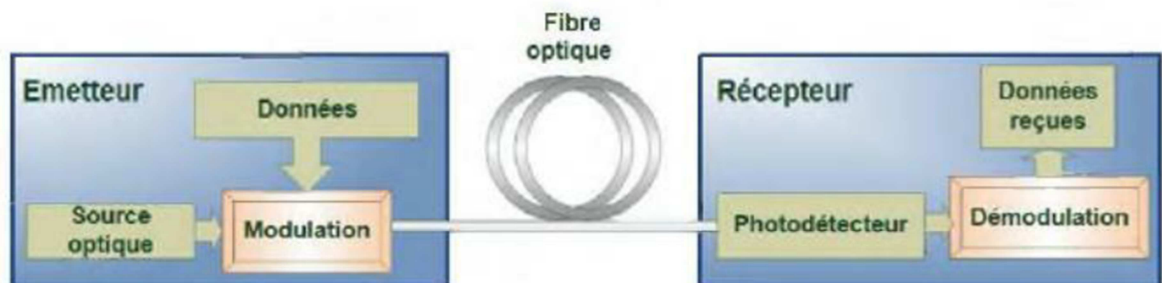


Fig. 3.1 : Schéma de principe d'une transmission par fibre optique

L'information primaire que l'on veut transmettre à distance est convertie en un signal électrique qui est modulé par un émetteur est converti en un signal optique.

Le signal émis par la source est ensuite injecté dans la fibre où il se propage avec une certaine atténuation et une certaine dispersion. Ces deux phénomènes se traduisent par une limitation de la longueur de la liaison au-delà de laquelle la qualité se détériore. Pour remédier à ces problèmes, le signal va être amplifié par des amplificateurs optiques.

Le signal reçu est ensuite démodulé en un signal électrique par l'intermédiaire d'une photodiode.

3.2.1 Partie émission

La partie émission d'une liaison optique est composée de divers éléments (source optique, modulateur). Son rôle est de délivrer au support de transmission un signal optique sur lequel sont inscrites les données. Les systèmes de transmission par fibre optique nécessitent des émetteurs optiques devant remplir certaines conditions :

- Faible encombrement.
- Fonctionnement à température ambiante.
- Commande par circuits à semi-conducteurs.
- Capacité à moduler la lumière émise à haute fréquence.
- Spectre d'émission étroit.
- Puissance d'émission importante.
- Grande durée de vie.

Les composants d'émission de lumière qui satisfont le mieux à ces critères sont des composants à semi-conducteurs et se regroupent en deux catégories : les diodes électroluminescentes et la diode laser.

3.2.1.1 Les LEDs (Light Emitting diode)

La diode électroluminescente est utilisée surtout dans les systèmes de communications à fibres optiques multimodes, du fait de leurs faisceaux de sortie à large angle de divergence.

Elle réalise directement l'émission de photons par recombinaison des porteurs dans une hétérojonction polarisée en direct. Dans une hétérojonction la couche active très mince (moins d'un micron) est entourée de couche de confinement [7].

La diode électroluminescente : LED

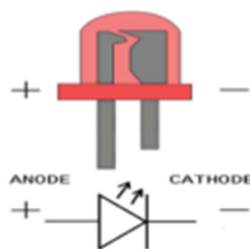


Fig. 3.2 : Schéma simplifié d'une LED.

3.2.1.2 Les diodes LASER

Les diodes laser produisent une puissance optique beaucoup plus importante que les LEDs avec un spectre plus fin, et peuvent donc coupler plus de puissance avec la fibre.

3.2.1.3 Technique de modulation

Un modulateur, c'est un système capable de modifier les paramètres de la lumière (essentiellement amplitude et/ou phase ; mais cela pourrait être : polarisation, direction de Propagation, fréquence, répartition de modes, etc.) En fonction d'un signal de commande. Un modulateur est un système d'interaction entre phénomène physique de nature différente : mécanique (ou élastique), acoustique, magnétique, etc. Pour cela il y'a deux principales techniques que nous allons les présenter : la modulation directe et la modulation externe.

a. La modulation directe

Dans cette technique, la modulation du courant qui traverse le laser entraîne directement la modulation en intensité. Le générateur émet les données à transmettre à un débit précis qui est (< 2.5 Gbit/s), le laser est alimenté à un circuit de modulation de courant qui permet de moduler la puissance du laser, la lumière modulée est couplée dans la fibre optique de transmission. Cette modulation est satisfaisante jusqu'à 15GHz environ, mais au-delà, elle n'est plus applicable. Trop de dégradations (oscillations de relaxation, chirp, bruit, ...) apparaissent et limitent les capacités de transmissions.

b. La modulation externe

Cette modulation est obtenue en modulant le faisceau lumineux à la sortie du laser opéré en courant continu, et non le courant d'alimentation du laser (pour éviter

le chirp). Ainsi, le signal optique qui est transmis dans la fibre optique est moins affecté par le phénomène de chirp.

De plus, la bande passante est beaucoup plus élevée (80 GHz). Dans les systèmes de communications optiques, plusieurs types de modulateurs sont utilisés. Nous présenterons les deux types de modulateurs optiques les plus utilisés dans les systèmes de transmission à fibre optique : le modulateur à électro-absorption et le modulateur de Mach-Zehnder.

- **Le modulateur électro-absorbant (MEA)**

Le principe de fonctionnement des modulateurs à électro-absorption repose sur les modifications du spectre d'absorption d'un matériau semi-conducteur soumis à un champ électrique. Leur particularité intéressante est qu'ils peuvent être facilement intégrés avec les diodes lasers pour créer des sources optiques compactes et à très large bande de modulation.

- **Le modulateur de Mach-Zehnder (MZM)**

Ce modulateur a deux entrées, une entrée électrique et une autre optique. Ce dispositif produit des changements temporels dans l'amplitude et la phase du signal optique (Fig. 3.3) [8].

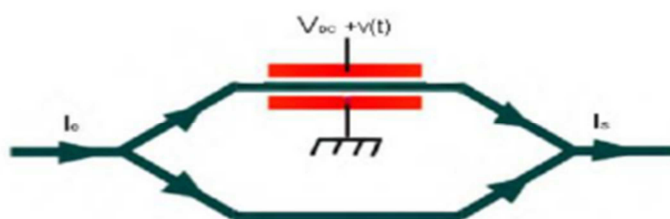


Fig. 3.3 : Schéma simplifié d'un modulateur de Mach-Zehnder.

3.2.2 Support de transmission (la fibre optique)

La fibre optique est un guide d'onde qui transporte les informations d'un point à un autre sous forme de lumière. La fibre optique présente un support de transmission avec de nombreux avantages justifiant son introduction dans les systèmes de transmission :

- Performance de transmission : très faible atténuation, très grande bande utilisable, multiplexage possible.
- Avantages de mise en œuvre : très petite taille, grande souplesse, faible poids.
- Sécurité électrique : isolation totale entre terminaux, utilisation possible en ambiance explosive ou sous de fortes tensions et insensible aux perturbations électromagnétique. Dans sa forme la plus simple, la fibre optique est constituée

d'un cœur cylindrique de Silice entouré par une gaine dont l'indice de réfraction est plus faible que celui du cœur, tous les deux entourent une gaine de protection (Fig. 3.4). Une fibre optique est donc un guide d'onde cylindrique diélectrique constituée de deux diélectriques de même axe, le cœur et la gaine.

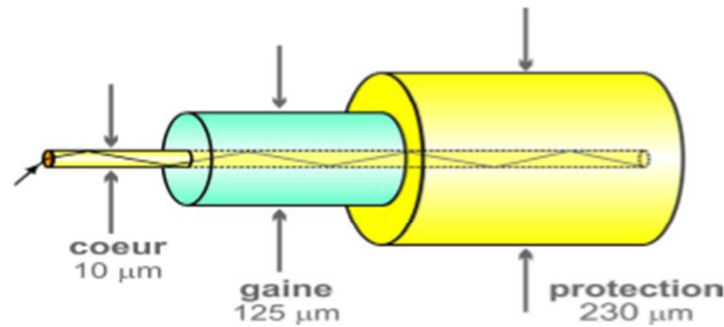


Fig. 3.4 : Schéma simplifié d'une fibre optique.

- a) **Le cœur** : Composé en silice (SiO_2), il est en verre pure et c'est la couche la plus importante en terme de transmission optique qui permet de guidé les informations d'un bout à l'autre de la fibre sans trop de perte.
- b) **La gaine optique** : Il s'agit d'une couche de verre qui entoure le cœur et fonctionne comme un miroir, son indice de réfraction est inférieure à celui du cœur (différence de quelque nm). Les impulsions lumineuses se propagent dans le cœur tandis que la gaine les reflète. Ainsi, les impulsions lumineuses sont contenues dans le cœur de la fibre selon un phénomène appelé réflexion totale interne.
- c) **La protection** : Il s'agit généralement d'une gaine en PVC qui protège le cœur et la gaine optique. Elle peut également contenir des matériaux de renforcement et un gainage destiné à la protection mécanique et aussi à la flexibilité ainsi que la facilité de la manipulation [9].

3.2.3 Le récepteur optique

Un récepteur optique est le module de fin de chaîne d'un système de transmission par fibre optique. Il reçoit le signal optique provenant de la fibre optique et le transforme en signal électrique afin d'extraire l'information transmise. Le signal optique qui est transformé en signal électrique grâce à un photodétecteur est ensuite amplifié avant que les données ne soient extraites.

3.2.3.1 Le photodétecteur

Un photodétecteur converti les photons incidents en courant d'électron. Il transforme donc le signal optique en signal électrique. Un bon photodétecteur doit être très sensible à la longueur d'onde utilisée, générer un minimum de bruit et doit être suffisamment rapide. Les photodétecteurs à semi-conducteurs sont les plus utilisés car ils sont très rapides, peu coûteux et de dimensions compatibles avec les fibres optiques.



Fig. 3.5 : Un récepteur optique (photodétecteur).

3.3 Critères et méthodes d'évaluer la qualité de transmission :

Pour évaluer la qualité de transmission des systèmes optique, il existe trois principaux critères :

3.3.1 Taux d'erreurs binaires :

La qualité de transmission numérique binaire est intrinsèquement simple à évaluer puisqu'il suffit de comparer la séquence de symboles envoyés avec la séquence de symboles reçus, et de compter les erreurs c'est-à-dire le nombre de fois d'un « 0 » est détecté pour un symbole « 1 » émis ou vice versa. On définit alors le taux d'erreurs binaires ou Bite Error Rate en anglais (BER) correspondant au nombre d'erreurs sur le nombre de bits transmis pendant la durée de la mesure .

$$\text{BER} = \frac{\text{nombre de bit erronés}}{\text{bit de bit transmis}} \quad \text{Eq 3.1}$$

La mesure de qualité globale d'un système de canaux multiplexé en longueurs d'onde passe par la mesure du taux d'erreur de tous les canaux. Si un seul canal parmi plusieurs canaux présente des erreurs, le taux d'erreurs du système global est proche du taux d'erreurs du canal présentant des erreurs.

3.3.2 Facteur de qualité :

Le signal mesuré à l'entrée du canal de l'oscilloscope contient une contribution due au signal utile ainsi qu'un apport en bruit dû à l'ensemble des éléments de la chaîne de transmission. Dans le diagramme de l'œil qui retrace le signal mesuré, le signal utile est représenté par les niveaux moyens 1 et 0. Le bruit représente les déviations des puissances optiques autour de ces niveaux moyens, il est quantifié en combinant les écarts-types 1 et 0.

On définit donc le facteur Q à partir de relevé du diagramme de l'œil par :

$$BER = \frac{1}{2} \operatorname{erfc} (Q/\sqrt{2}) \quad \text{Eq 3.2}$$

$$\operatorname{Avec} \operatorname{erfc}(x) = 2/\sqrt{\pi} \int_x^{-\infty} e^{-y^2} dy \quad \text{Eq. 3.3}$$

3.3.3 Diagramme de l'œil

La façon la plus « visuelle » de juger la qualité d'un signal est d'observer le diagramme de l'œil qui représente la superposition synchrone de tous les symboles binaires de la séquence transmise. Plus le signal est de mauvaise qualité, plus le diagramme de l'œil est fermé, plus le facteur de qualité est faible et ainsi plus la détection du signal sans erreur est difficile. Le diagramme de l'œil est donc un excellent moyen visuel de juger de la qualité du signal dans la limite de la réponse de la photodiode et de l'oscilloscope utilisé.

Partie 2 : Simulation et résultats

Dans cette partie, nous abordons la simulation par une présentation du logiciel Optisystem, ainsi que ses différentes caractéristiques et les diverses applications que propose le logiciel. La simulation est ensuite effectuée sur une liaison 1 GE pour un lien Metro-MSAN, la liaison étant bidirectionnelle.

Le but recherché dans ce chapitre est d'examiner les résultats de la simulation pour différents paramètres telle que la longueur d'onde qui est égale à 1550 nm pour la liaison descendante et de 1390 nm pour la liaison montante ainsi nous avons choisi quatre différentes longueurs de la fibre optique, cela concerne la liaison métró_MSAN, nous utiliserons une chaîne de transmission utilisant la technique de multiplexage WDM.

3.4 Présentation du logiciel Optisystem

La conception et l'analyse des systèmes de communications optique, comprennent des dispositifs non-linéaires et des sources de bruit non gaussiennes qui sont très complexes et coûteuses en temps, il en résulte que ces tâches ne peuvent désormais être effectuées rapidement et efficacement qu'avec l'aide de nouveaux outils logiciels.

OptiSystem est un outil qui permet aux scientifiques et aux ingénieurs de modéliser, simuler, analyser et concevoir tout module de traitement du signal, allant du dispositif le plus élémentaire, au système complet de communication. OptiSystem est un environnement interactif qui allie des outils numériques efficaces à des fonctionnalités graphiques puissantes et une interface utilisateur conviviale.

La démarche à suivre se décompose en deux étapes :

- Construire le schéma bloc.
- Analyser le schéma.

3.4.1 Interface de l'OptiSystem

L'interface OptiSystem contient une fenêtre principale répartit en plusieurs parties (Figure 3.1)

- ✓ Bibliothèque : une base de données de divers composants existants.
- ✓ Editeur du layout : permet l'édition et la configuration du schéma en cours de conception.
- ✓ Projet en cours : visualisation des divers fichiers et composants correspondant au projet en cours.

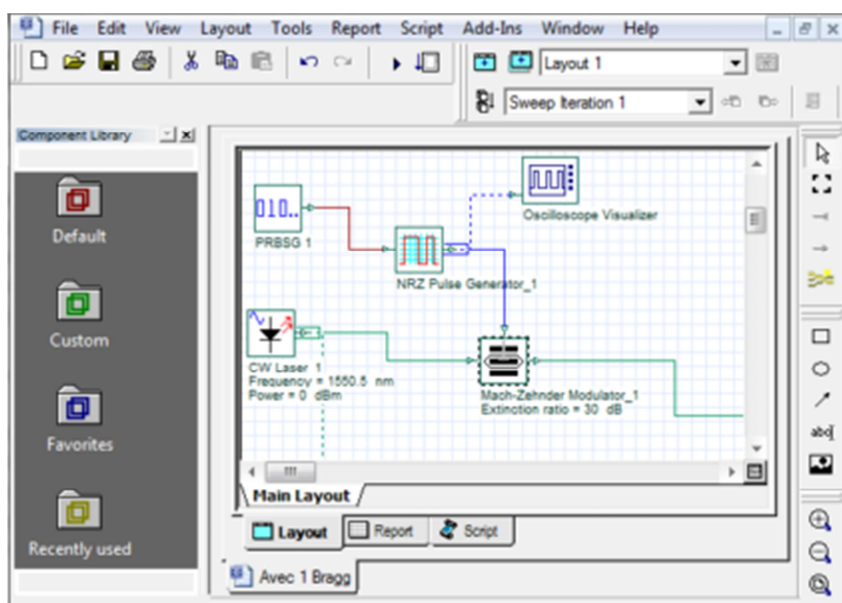


Fig. 3.6 : Interface d'utilisateur graphique (GUI).

3.4.2 Paramètres caractéristiques

Pour insérer un composant (photodétecteur) de la bibliothèque OptiSystem, il suffit d'accéder au bloc Default, Receivers Library et Photodetectors (Fig 3.7).

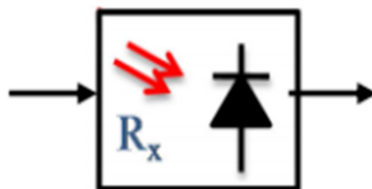


Fig. 3.7 : Schéma d'un photodétecteur sous Optisystem.

Les caractéristiques du photodétecteur utilisée, sont obtenues par un clic sur le composant (Fig. 3.8).

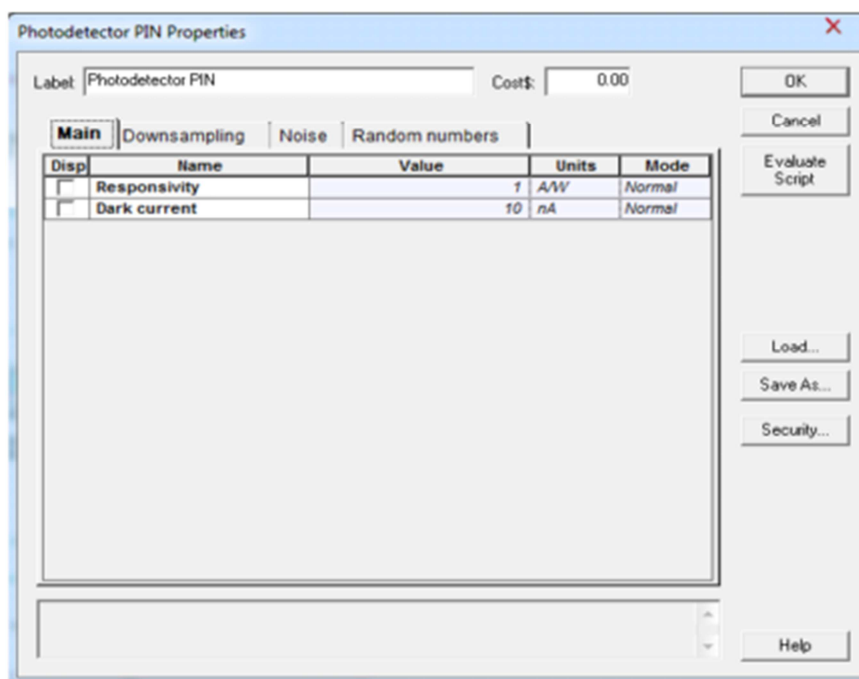


Fig. 3.8 : Interface de définition du photodétecteur.

3.4.3 Application d'Optisystem

Parmi les diverses applications d'Optisystem nous allons citer les plus utilisées :

- ✓ La conception du système de communication optique du composant au niveau de la couche physique.
- ✓ Le calcul du taux d'erreur binaire (BER) et le calcul du bilan de liaison.
- ✓ La conception des réseaux TDM/WDM et optiques passifs (PON).
- ✓ L'espace libre pour les systèmes optique (OSA).

- ✓ La conception d'anneau SONET/SDH.
- ✓ La conception d'émetteur de canal et d'amplificateur.

3.4.4 Principales caractéristiques du logiciel Optisystem

Les principales caractéristiques du logiciel sont :

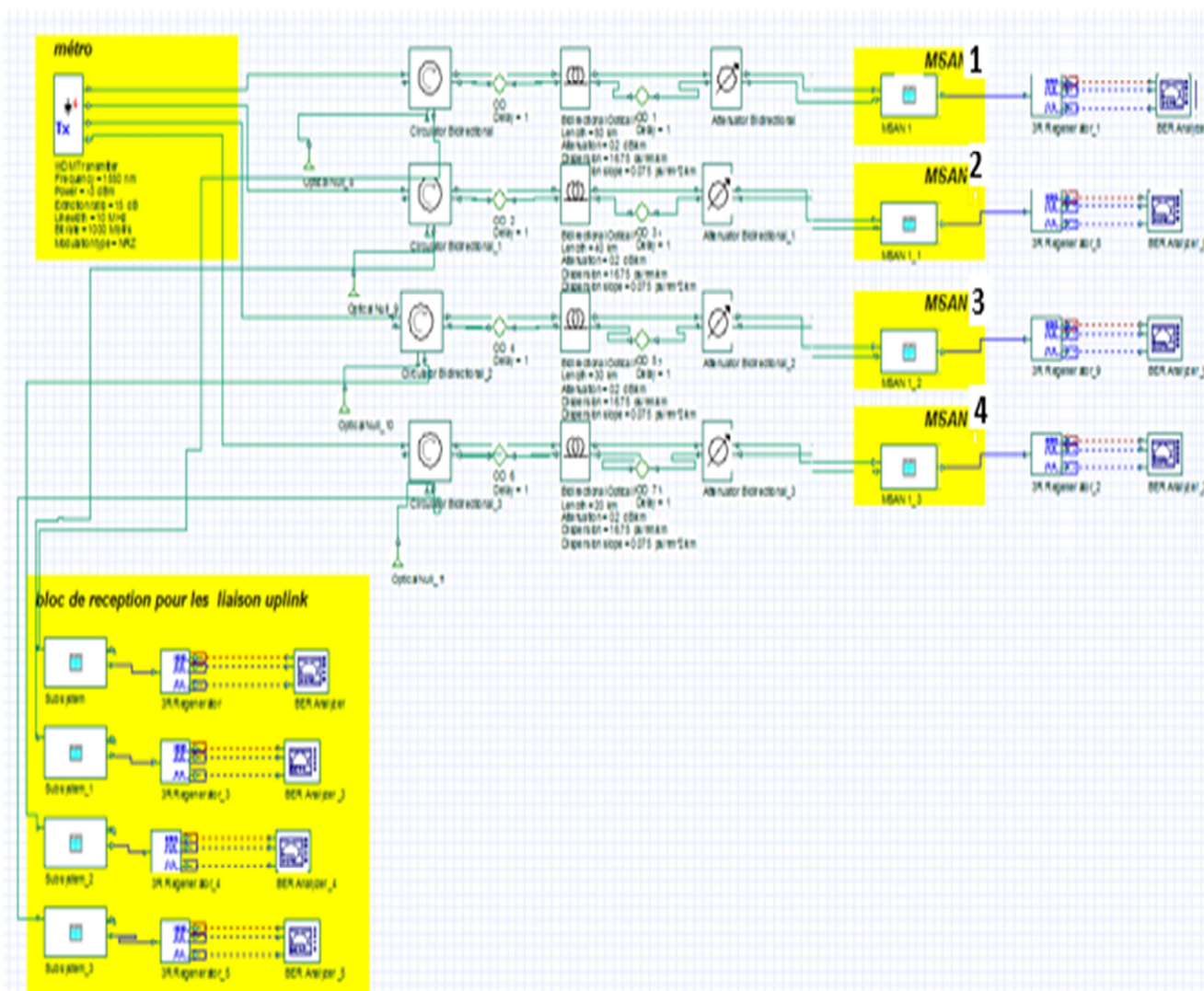
- ✓ Les composants virtuels de la bibliothèque sont capables de reproduire le même comportement et le même effet spécifique en fonction de la précision sélectionnée et leur efficacité reproduite par les composants réels.
- ✓ La bibliothèque des composants permet d'entrer les paramètres qui peuvent être mesurés à partir de périphériques réels, il s'intègre aux équipements de test et de mesurer des différents fournisseurs .
 - Les outils de visualisation avancée produit le SAOS Spectral, le signal sonore, les diagrammes de l'œil, l'état de la polarisation, la constellation schémas et beaucoup plus.
- ✓ Il est possible de joindre un nombre arbitraire de visualiser sur le moniteur au même port. L'état de l'art et le calcul de flux de données.
 - Le calcul planificateur contrôle la simulation en déterminant l'ordre d'exécution des modules du composant selon les données sélectionnées.

3.5 Description du système

Au fond de cette partie, nous allons présenter et décrire les résultats de simulation liés à un système reliant des MSANs avec un métro avec un débit de 1 Gbit/sec

Dans cette partie nous allons évaluer les performances d'un système en étudiant l'influence de la longueur de la fibre optique, le débit binaire pour déterminer les meilleurs paramètres possible pour avoir un facteur de qualité relativement considérable.

La figure 3.9 montre le schéma en bloc sous Optisystem d'un système que nous avons simulé : la liaison métro avec 4 MSAN



Le schéma de simulation étant complet, on a préféré, le partitionné en plusieurs blocs permettant ainsi d'éclairer tout élément de la chaîne de transmission, à savoir l'élément émetteur, le support de transmission puis à la fin le récepteur.

La transmission ciblée est entre le Metro et chaque MSAN, cette liaison est du type 1GE, c'est la carte 1GE configuré à l'intérieur du Metro et de même pour le MSAN qui assure ce lien. Donc pour les deux extrémités de la chaîne, existe une carte assurant en même temps l'émission et la réception.

Le signal optique envoyé du Metro switch vers l'MSAN est inséré sur une fibre optique monomode autour de 1550nm. (Voir Fig 3.9)

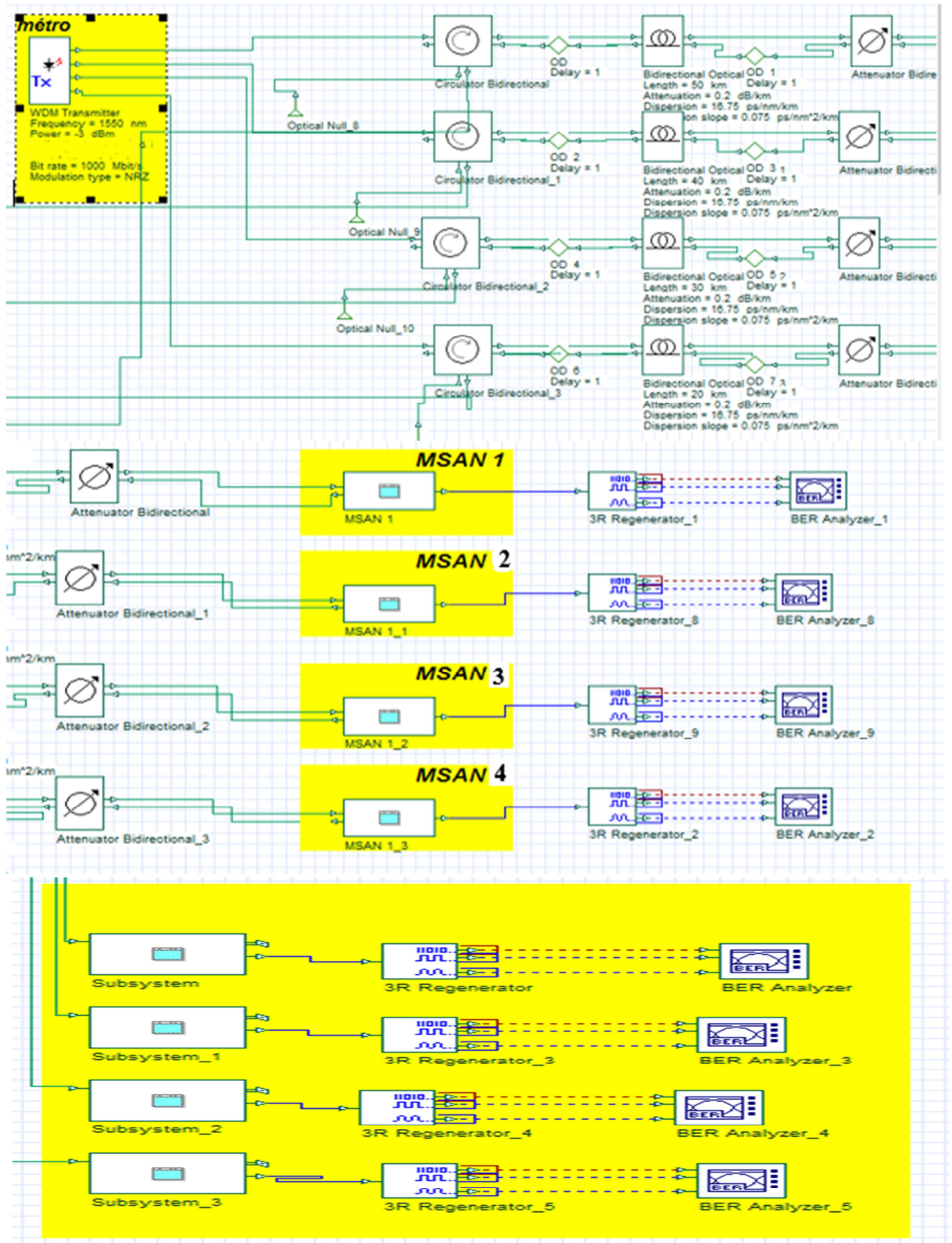


Fig. 3.9 : le schéma en bloc de la liaison Métro_MSAN

Chapitre 3 : Simulation et Résultats

Les MSAN et les subsysteme qui ont indiqué dans la figure précédente sont des sous-système comme montré dans la figure suivant :

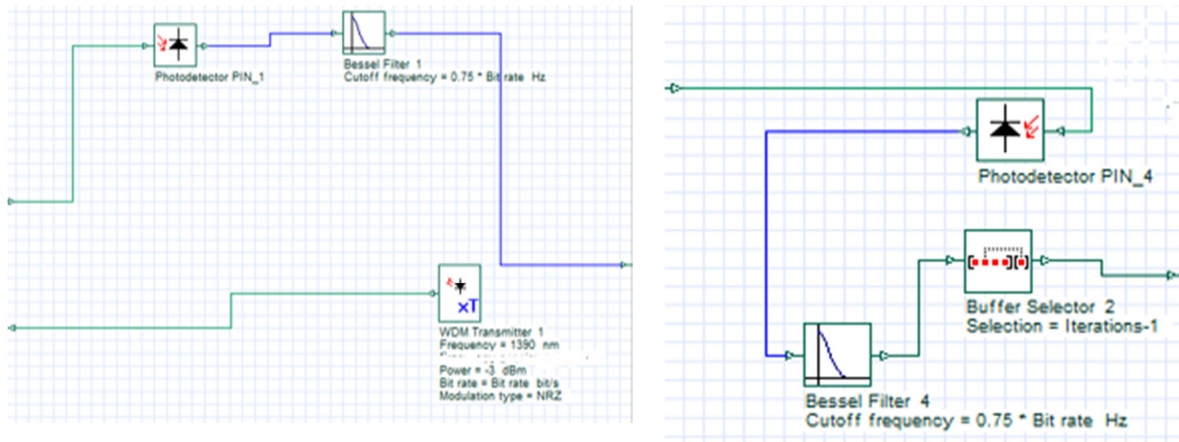


Fig. 3.10 : les sous système de la simulations

Chapitre 3 : Simulation et Résultats

Le tableau suivant représente les blocs utilisés dans la simulation et leurs descriptions :



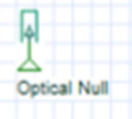

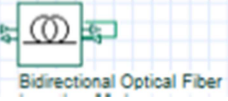
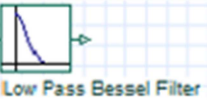
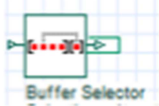


symbol	description
 CW Laser	Générer le signal optique
 Circulator Bidirectional	Séparer entre les signaux descendants et les signaux montants
 Optical Null	La masse du signal optique
 OD Delay	Il permet de passer les signaux bidirectionnels en même temps
 Bidirectional Optical Fiber	La fibrebidirectionnel
 Low Pass Bessel Filter	Le filter de Bessel
 Buffer Selector	Selects the signal data associated with a specified iteration in a series of iterations
 3R Regenerator	Régénérateur du signal optique
 BER Analyzer	Mesurer les performances duavant et après la propagation

Tableau 3.1 : les symboles et leurs descriptions

3.6 Résultats de simulation :

3.6.1 La liaison descendante : on verra pour cette liaison l'influence de la distance sur la qualité de transmission, pour cela plusieurs distances sont alors testées.

Pour une distance de 20 km :

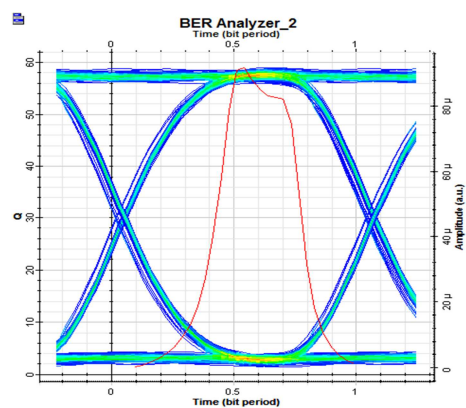
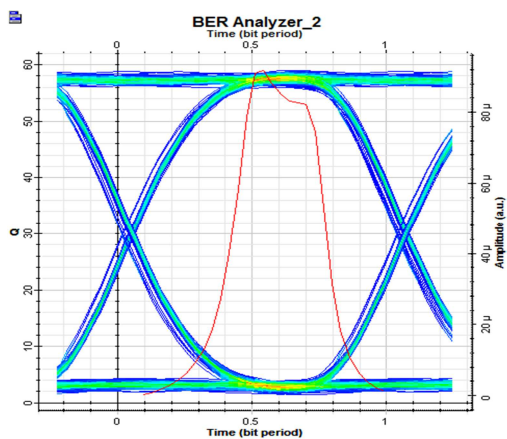


Fig. 3.11 : Diagramme de l'œil d'une distance de 20 km

Pour une distance de 30 km :

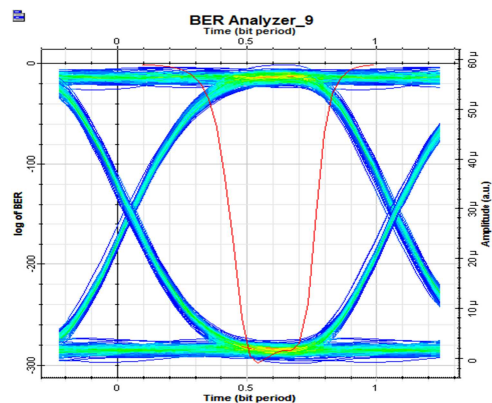
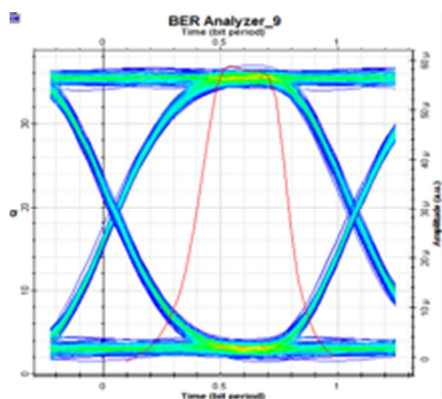


Fig. 3.12 : Diagramme de l'œil d'une distance de 30 km

Pour une distance de 40 km :

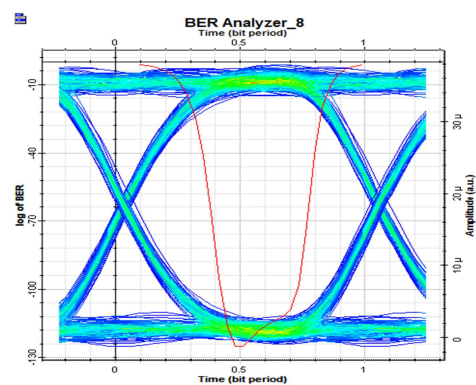
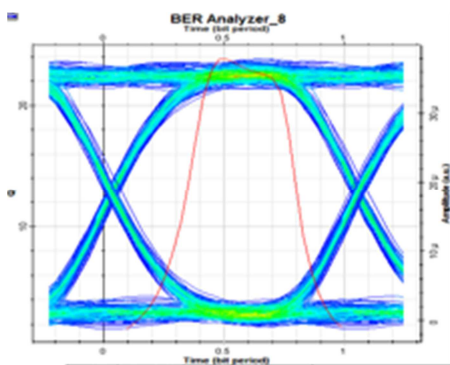


Fig. 3.13 : Diagramme de l'œil d'une distance de 40 km

Pour une distance de 50 km :

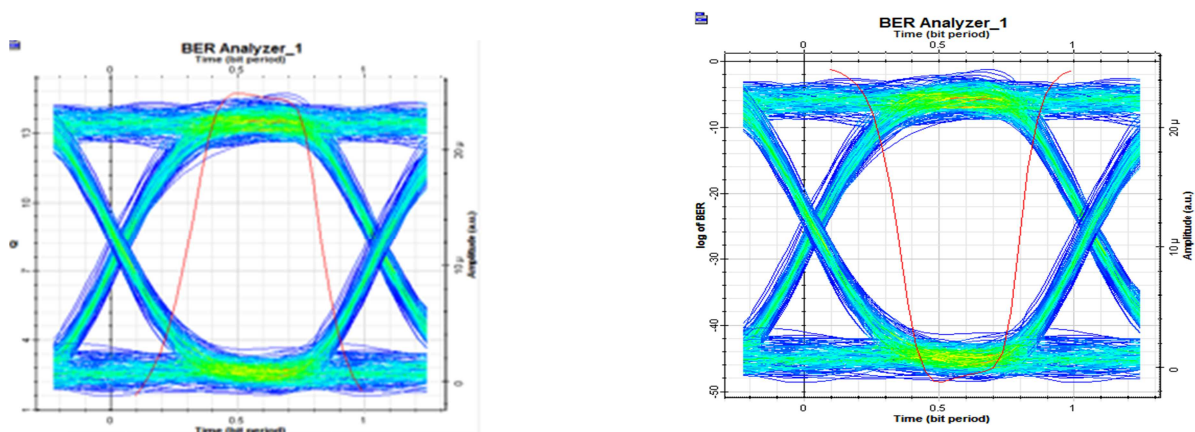


Fig. 3.14 : Diagramme de l'œil d'une distance de 50 km

D'après les diagrammes de l'œil pour les différentes distances, on voit clairement l'ouverture du diagramme par rapport autre selon la distance qu'on a choisi, cela confirme l'influence de la longueur de la fibre sur la qualité de la transmission optique.

Le tableau ci-contre représente les valeurs que nous avons trouvées lors de la simulation du système pour la liaison descendante

La distance de la fibre optique (km)	20	30	40	50
Le facteur de qualité 'Q'	58.99	36.94	23.83	14.71
BER	0	$4.97 \cdot 10^{-299}$	$7.85 \cdot 10^{-126}$	$2.41 \cdot 10^{-49}$

Tableau 3.2 : les résultats de simulation pour la liaison descendante

Selon les valeurs du tableau :

Puisque le facteur de qualité reste dans toutes les distances testées supérieur à 6, cela reste quand même relatif. Il est à signaler aussi que la distance entre MSAN et Métro switch reste limité et ne dépasse pas les valeurs traités dans cette étude. Alors, on pourrait dire que la distance dans les marges prise ou étudiées (planification) n'influe pas sur la fiabilité de la transmission.

Les valeurs du tableau précédent sont représentées dans le graphe ci dessous en utilisant le MATLAB

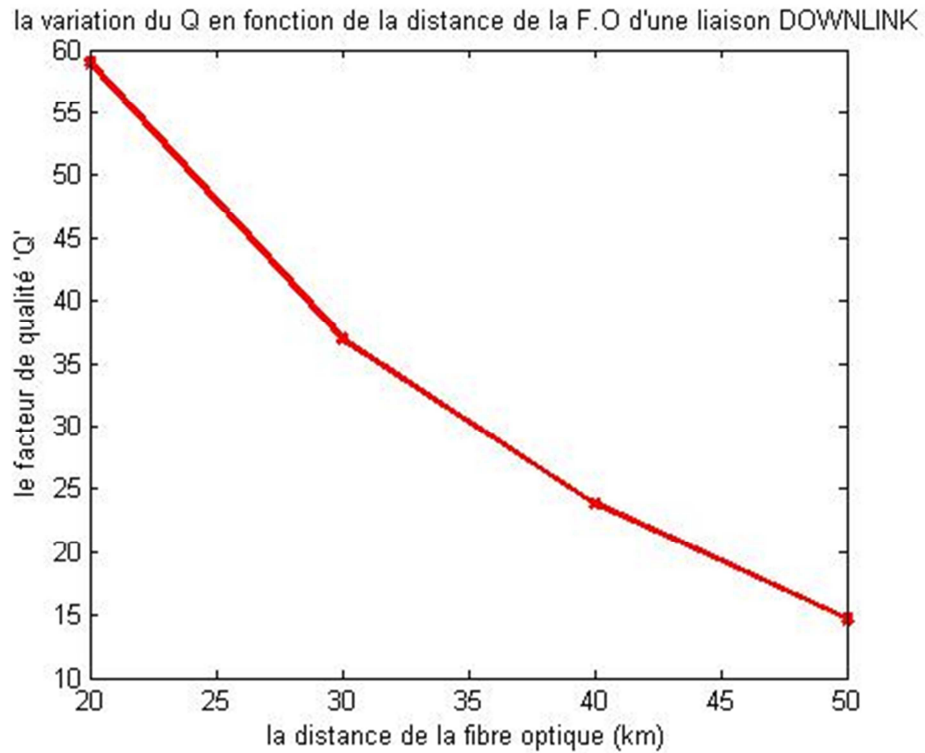


Fig. 3.15 : la variation de Q en fonction de la distance du F.O

D'après le tableau et le graphe on constate que plus la longueur de la fibre est grande plus le facteur de qualité diminué à cause des pertes d'informations qui se produisent à l'intérieure de la fibre dus aux phénomènes indésirables .

3.6.2 La liaison montante :

Pour une distance de 20 km :

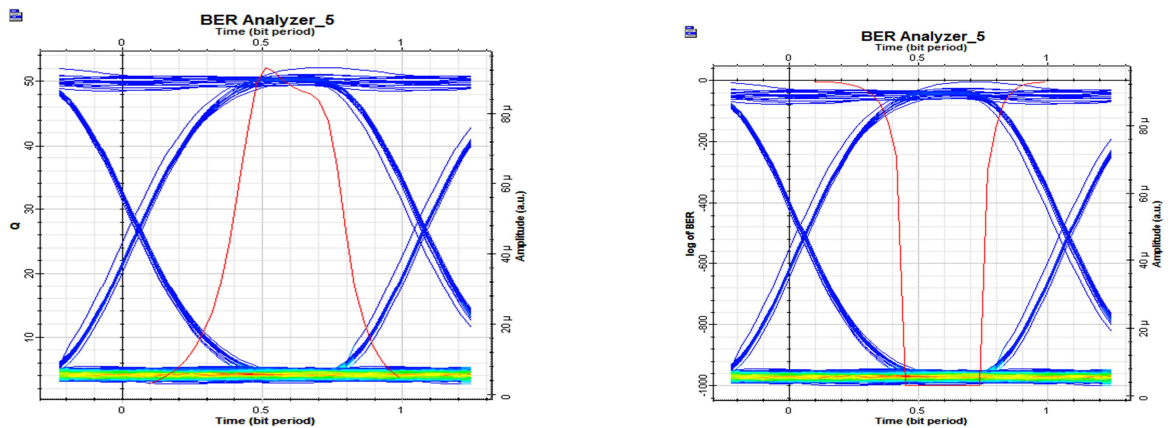


Fig. 3.16 : Diagramme de l'œil d'une distance de 40 km

Pour une distance de 30 km :

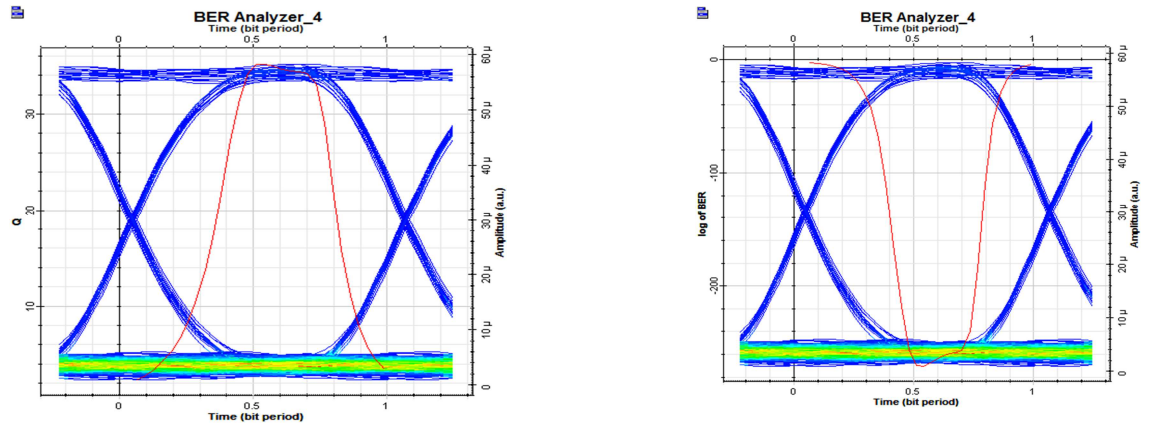


Fig. 3.17 : Diagramme de l'œil d'une distance de 40 km

Pour une distance de 40 km :

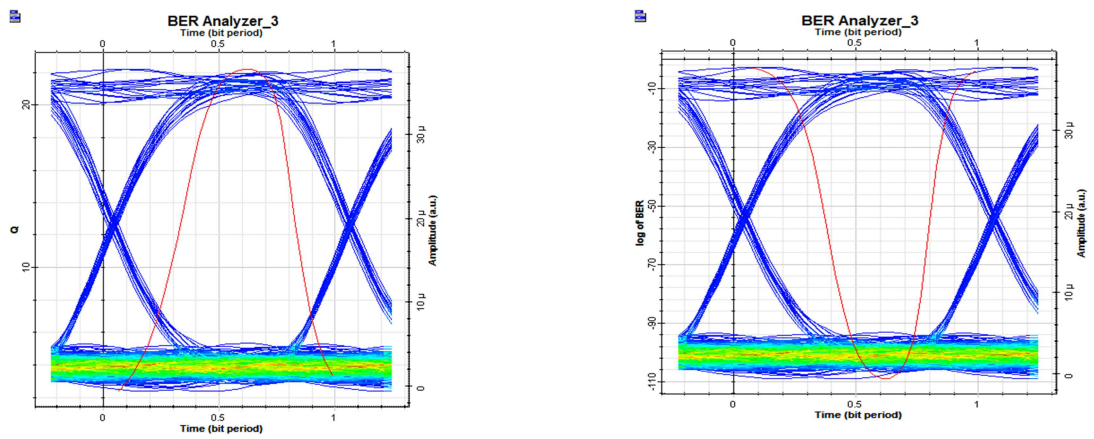


Fig. 3.18 : Diagramme de l'œil d'une distance de 40 km

Pour une distance de 50 km :

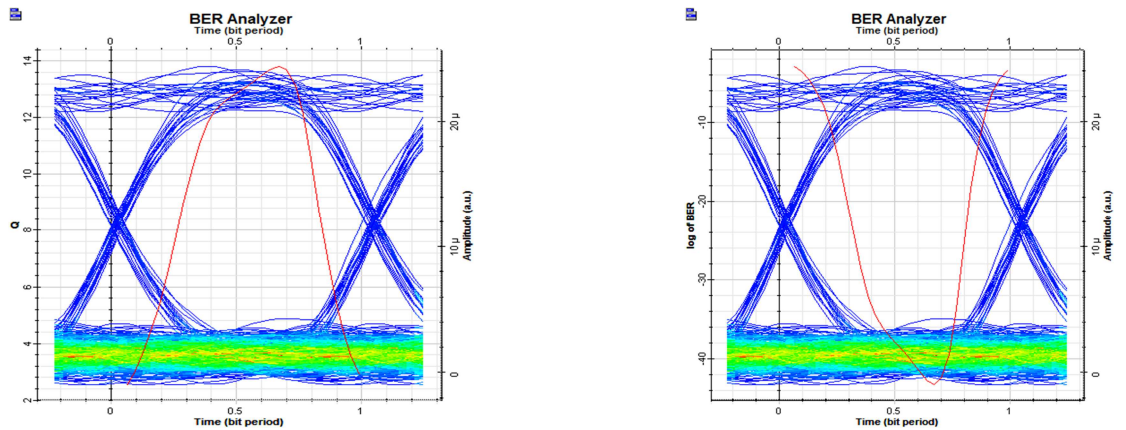


Fig. 3.19 : Diagramme de l'œil d'une distance de 40 km

D'après les diagrammes de l'œil pour tous les distances on voit clairement l'ouverture les uns des autres ,cela confirme la grande influence de la longueur de la fibre sur la fiabilité de la transmission optique

Le tableau ci-contre représente les valeurs que nous avons trouvées lors de la simulation du système pour la liaison montante :

La distance de la fibre optique (km)	20	30	40	50
Le facteur de qualité 'Q'	52.12	35.15	22.19	13.81
BER	0	$2.40 \cdot 10^{-271}$	$9.94 \cdot 10^{-110}$	$5.28 \cdot 10^{-44}$

Tableau 3.3 : les résultats de simulation pour la liaison montante

Les valeurs du tableau précédent sont représentées dans le graphe si dessous en utilisant le MATLAB

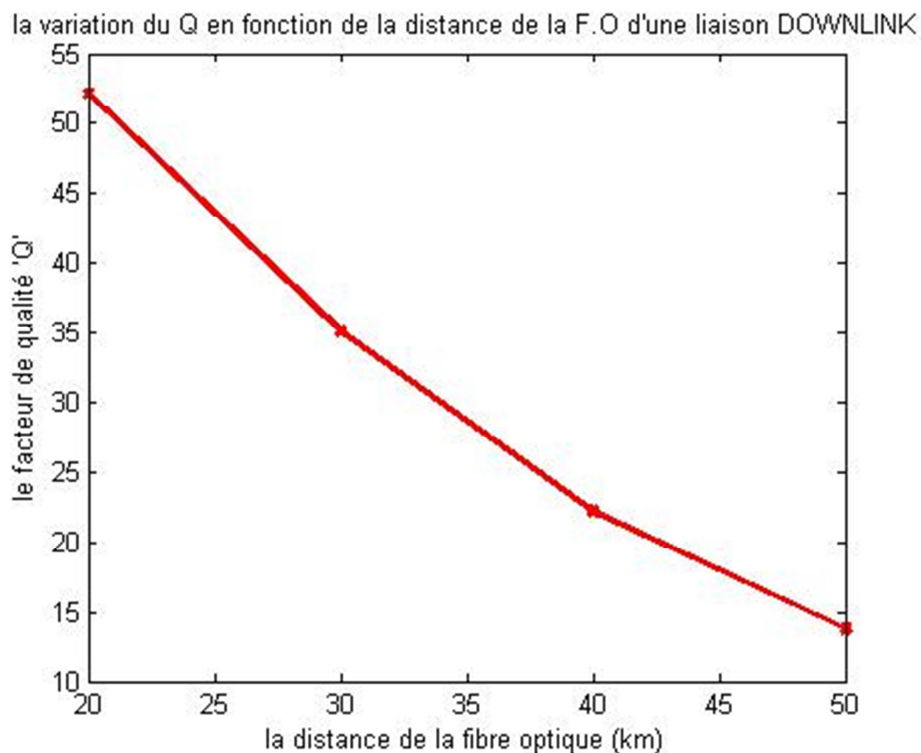


Fig. 3.20 : la variation de Q en fonction de la distance du F.O

D'après le tableau et le graphe on constate que plus la longueur de la fibre est grande plus le facteur de qualité diminué à cause des pertes d'informations qui se produisent à l'intérieure de la fibre dus aux phénomènes indésirables .

Conclusion

L'évolution des communications optiques a permis aux réseaux de télécommunications d'atteindre un niveau de performances extraordinaires et a ouvert les portes devant l'apparition de nouvelles disciplines qui visent l'amélioration de l'existant et la création de nouveaux dispositifs pour la transmission et le traitement du signal optique.

La longueur de la fibre optique a une grande influence sur la qualité de la transmission et sur le facteur de qualité, pour cela nous avons augmenté au fur et à mesure au niveau de notre simulation la longueur de la fibre en fixant la puissance à -3 dBm et le débit à 1Gbits/s et nous avons observé les résultats obtenus du facteur de qualité et BER.

Conclusion générale :

Dans le cadre du besoin de plus en plus urgent des services multimédia, plusieurs opérateurs dans le monde ont testés ou commencé à déployer des architectures NGN qui permettent de satisfaire les besoins de leurs clientèles. C'est dans ce cadre que s'inscrit mon projet de fin d'études.

On a commencé par la description du réseau téléphonique commuté.

Par la suite, on a fait une étude détaillée sur les réseaux NGN et la solution IP-MSAN. Laquelle solution permet tout type d'accès au réseau fixe.

La migration vers NGN est basée sur la séparation des couches transport et contrôle. En effet, la couche contrôle est gérée par deux soft Switch pour des raisons de sécurités. En ce qui concerne la couche transport, elle se base sur un cœur de réseau IP-MPLS unifié qui constitue une extension du réseau IP existant

Notre travail avait pour objectifs finaux d'installer un réseau d'accès IP-MSAN et la mise en service de la Triple Play sur ce même réseau.

Notre projet de fin d'études a été très enrichissant aussi bien au niveau technique qu'au niveau humain et relationnel. Durant notre période de stage nous avons acquis une expérience professionnelle ainsi qu'une connaissance relationnelle, deux atouts indispensables pour offenser les différentes unités dans mon lieu de travail avec plus de facilité et de confiance.

Le projet de ce mémoire consiste à comprendre le principe de fonctionnement d'une liaison métró_MSAN en se basant sur la simulation de cette dernière à l'aide du Logiciel optisystème.

BIBLIOGRAPHIE

[2] [azarhare, 2008]. azarharebrahim. (2008). opportunités pour le développement de la voix sur ip. novembre 2008. 16 pages.

[4] [ghefirmohamed el amine, 2013], planification, ingenierie des reseaux de nouvelle generation – ngn, décembre 2013.123 pages

[5][hadji, khalid ,2014]m. abdelhakim hadji, m. khalidbenayad (2014).etude et implémentation des msan dans le réseau d'accès maroctelecom 2014 36 page

[6] [m. raouli, 2006] m. raouli(2014).rreseaumultim services large sbande de technologieip/mps d'algerietelecom 2006, page7

[7]j.refi, « led bandwidth of multimode fiber as a function of laser bandwidth and led spectral characteristics », journal of light wave technology, vol. 4n issue 3, 1986.

[8]careno a. « composants actifs, systemes optiques », institut d'etudes scientifiques de cargese, ecole d'ete, juillet 1991.

[9]m.kaddeche. « Cours communication optique », université djillalibounaamakhemismiliana. 2015.

WEBOGRAPHIE

[1]http://www.echosdunet.net/dossiers/dossier_2418_visite+central+telephonique.html :
[avril 2014](#)

[3] <http://pf-mh.uvt.rnu.tn/807/1/migration-reseau-rtc-central-ariana.pdf>

[10] : **pour le logiciel optisysteme**

<https://optiwave.com/forums/topic/how-to-download-optisystem-7-or-13-full-version-can-i-download/>

Résumé

Le réseau d'accès fixe occupe une place plus grande en termes d'investissement, de revenu et de nombre d'abonnés dans le panorama des systèmes des télécommunications. La croissance de la demande en service fixe a suscité l'attention des opérateurs et les a incités à revoir l'architecture de leur réseau.

La problématique de passage à une architecture NGN (NextGeneration Network) du cœur du réseau fixe d'un opérateur s'inscrit avant tout dans une logique de diminution des coûts et d'amélioration de la structure de revenu, avec le passage à une infrastructure unique basée sur IP pour le transport de tout type de flux, voix, données ou vidéo et pour toute technologie d'accès.

Les travaux menés dans le cadre de notre projet de fin d'études ont cerné l'étude des concepts NGN, l'implémentation du MSAN dans la couche d'accès, ainsi que l'accompagnement du processus de la migration vers la solution MSAN de Huawei Technologies.

Mots clés : NGN, Implémentation, MSAN, migration, Broadband, IPTV, VOIP.