

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique
Université Abderrahmane Mira
Faculté de la Technologie



Département d'Automatique, Télécommunication et d'Electronique

Projet de Fin d'Etudes

Pour l'obtention du diplôme de Master

Filière : Télécommunications

Spécialité : Systèmes des Télécommunications
& Réseaux et Télécommunications

Thème

**Etude d'un réseau FTTH GPON et configuration
des services Internet et VoIP**

Préparé par :

BEZOUH Halim
MAMMERI Adel

Dirigé par :

Mme ACHOUR Lyakout

Examiné par :

Mr MEKHMOUKH Abdenour
Mme OUALI Kahina

Année universitaire : 2022/2023

Remerciement

Avant tout, nous remercions le BON DIEU de nous avoir aidés à accomplir le présent travail.

*Nos vifs remerciements sont d'abord adressés à Madame **ACHOUR LYAKOUT** qui nous a fait l'honneur de travailler avec nous et que, sans elle, ce modeste travail n'aurait pas vu le jour. Nous la remercions infiniment pour son aide, pour la qualité de son encadrement exceptionnel et surtout pour sa disponibilité durant la préparation de ce mémoire.*

Nos profonds remerciements vont aux membres du Jury, qui nous ont honoré d'avoir accepté d'évaluer ce travail.

*Nous tenons aussi à remercier l'entreprise qui nous a accueilli pour notre stage **ALGERIE TELECOM BEJAIA** ainsi que les ingénieurs qui nous ont aidés dans notre travail **AZZEDINE, RABAH, NADIR, LAMINE. Z, LAMINE.B, LYDIA.***

Nous souhaitons exprimer notre gratitude envers Mr Yassine Djebbari, qui nous a chaleureusement accueillis dans son école professionnelle et nous a prodigué de précieux conseils tout au long de notre travail.

Et enfin, que nos chers parents et familles trouvent ici l'expression de nos remerciements les plus sincères et les plus profonds en reconnaissance de leurs sacrifices, aides, soutien et encouragement afin de nous assurer cette formation dans les meilleures conditions.

D é d i c a c e

Je dédie ce modeste travail :

À mes chers parents, symbole de sacrifice, de tendresse, qui ont éclairé mon chemin et m'ont encouragé et soutenue tout au long de mes études.

Je tiens à exprimer ma reconnaissance à mes chères amies : Karim, Bilal, Zahir, Kenza et Razika pour leurs encouragements tout au long de ma démarche.

Halim

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

À mes très chers parents

À ma sœur Lydia et mon petit frère Badis

À mon grand-père décédé « Jeddi Saad », que Dieu l'accueille en son vaste paradis.

A mes grands- parents «Jeddi Madjid », « Titi Ghania » et « Titi Saliha » que Dieu

vous protège et veille sur vous

À ma chère tante « Bina »

À tous les membres de ma famille

À tous mes amies.

Adel

Table des matières

Liste des abréviations	i
Liste des figures	ii
Liste des tableaux	iii
Introduction générale.....	1
Chapitre I : Les technologies des réseaux d'accès	
I.1 Introduction.....	3
I.2 Liaisons haut débit	3
I.2.1 Technologies sans fil	3
I.2.2 Réseaux cellulaires	5
I.2.3 Technologies xDSL	7
I.3 Fibre optique.....	10
I.3.1 Définition	10
I.3.2 Structure du câble à fibre optique	10
I.3.3 Types de fibre optique	11
I.3.4 Avantages	13
I.4 Réseau optique.....	13
I.4.1 Architecture du réseau optique	14
I.4.2 Types des réseaux optiques	16
I.5 Réseau FTTH.....	17
I.5.1 Définition du réseau FTTH	17
I.5.2 Déploiement du réseau FTTH.....	17
I.5.3 Équipements du réseau FTTH.....	18
I.5.4 Architecture du réseau FTTH	19
I.6 Conclusion.....	21
Chapitre II : Généralités sur la technologie FTTH GPON	
II.1 Introduction	23
II.2 Organisme d'accueil (Algérie Télécom)	23
II.2.1 Présentation	23
II.2.2 Fiche technique	24
II.2.3 Filiales.....	24
II.2.4 Objectifs	25
II.2.5 Missions	26
II.2.6 Organigramme générale	26
II.2.7 Départements d'accueils	27
II.2.8 Département d'accueil	29
II.3 Technologie GPON.....	30
II.3.1 Définition.....	30

II.3.2 Equipements	30
II.3.3 Architecture	31
II.3.4 Topologies.....	33
II.3.5 La norme GPON (ITU-T G.984)	33
II.3.6 Avantages	34
II.3.7 Inconvénients	34
II.3.8 Module SFP GPON	35
II.4 Conclusion.....	36
Chapitre III : Etude et configuration du réseau FTTH GPON	
III.1 Introduction.....	39
III.2 Principe et architecture du réseau FTTH GPON d'Algérie Télécom	39
III.3 Présentation de la zone d'étude	40
III.4 Dimensionnement des infrastructures optiques.....	40
III.4.1 Réseaux de branchement.....	41
III.4.2 Réseau de distribution	41
III.4.3 Réseau de transport	43
III.5 Choix des équipements optiques	44
III.5.1 Terminal de ligne optique (OLT)	44
III.5.2 Répartiteur optique (ODF)	45
III.5.3 Boitier de protection d'épissure (BPE).....	47
III.5.4 Sous répartiteur optique (SRO).....	48
III.5.5 Point de branchement optique (PBO)	51
III.5.6 Point de terminaison optique (PTO).....	53
III.5.7 Modem (ONT)	54
III.5.8 connectique optique	55
III.6 Bilan optique entre l'OLT et l'ONT	57
III.7 Configuration des équipements actifs dans un réseau FTTH GPON	59
III.7.1 Internet	59
III.7.2 VoIP (Voice Over IP).....	59
III.7.3 Description du logiciel utilisé	60
III.7.4 Interface graphique	60
III.7.5 Etapes de la configuration des services	61
III.7.6 Commandes d'accès aux équipements actifs.....	73
III.8 Conclusion	82
Conclusion générale.....	84
Bibliographie	
Webographie	

Liste des abréviations

AMS : Access Management System
APS : Avant-Projet Sommaire
APD : Avant-Projet Détaillé
ATS : Algérie Télécom Satellite
ATE : Algérie Télécom Europe
AON : Active Optical Network
ACTEL : Agence Commerciale de Télécommunication
ADSL : Asymmetric Digital Subscriber Line
BPE : Boitier de Protection d'Epissure
BTO : Boitier de Terminaison Optique
CMP : Centre de Maintenance et de Production
DFP: Distribution Freedback laser
FTTX: Fiber To The X
FTTH: Fiber To The Home
FTTB: Fiber To The Building
FTTN: Fiber To the Node
FTTC: Fiber To the Curb
FDT: Fiber Distribution Terminal
GPON: Gigabit Passive Optical Network
GSM: Global System for Mobile Communication
LAN: Local Area Network
LASER: Light Amplification by Simulated Emission of Radiation
NRO : Nœud de Raccordement Optique
MAN: Metropolitan Area Network
OLT: Optical Line Terminal
ONT: Optical Network Terminal
ONU: Optical Network Unit
ODF: Optical Distribution Fiber
PON: Passive Optical Network
P2P: Point to Point
P2M : Point To Multipoints
PBO : Point de branchement optique

PTO : *Prise Terminal Optique*

SRO : *Sous Répartiteur Optique*

SFP: *Small Form-factor Pluggable*

VDSL: *Very-high-bit-rate Digital Subscriber Line*

WDM : *Wavelength Division Multiplexing*

Liste des figures

Chapitre I : Les technologies des réseaux d'accès

Figure I.1 : Types de technologies sans fil	6
Figure I.2 : Evolution des réseaux cellulaires	8
Figure I.3 : Schéma d'une connexion ADSL	10
Figure I.4 : Structure de la fibre optique	11
Figure I.5 : Fibre optique monomode	12
Figure I.6 : Fibre optique multimode	12
Figure I.7 : Architecture du réseau optique	15
Figure I.8 : Technologies FTTx	17
Figure I.9 : Architecture des réseaux FTTH	20
Figure I.10 : Architecture Point à Point	20
Figure I.11 : Architecture Point-multipoint	21

Chapitre II : Généralités sur la technologie FTTH GPON

Figure II.1 : Filiales d'Algérie Télécom	25
Figure II.2 : Organigramme générale d'Algérie Télécom	26
Figure II.3 : Equipements du réseau d'accès GPON FTTH	31
Figure II.4: Architecture du réseau d'accès FTTH GPON	32
Figure II.5:Module SFP GPON B+.....	36
Figure II.6 : Module SFP GPON C+.....	36

Chapitre III : Etude, conception et configuration du réseau FTTH GPON

Figure III.1: Schéma global de solution FTTH adoptée	39
Figure III.2 : Situation géographique de la zone d'étude	40
Figure III.3 : Schéma synoptique du câble FO en distribution D1	42
Figure III.4 : Desserte en immeuble.....	43
Figure III.5 : OLT NOKIA 7360 ISAM FX-8.....	45
Figure III.6 : ODF (Algérie télécom).....	46
Figure III.7 : ODF 288	46
Figure III.8 : Raccordement entre OLT et ODF.....	47
Figure III.9 : Boitier de protection d'épissure BPE	48
Figure III.10 : Armoire SRO.....	49

Figure III.11 : Splitter (1:8).....	50
Figure III.12 : Cassette de SRO (partie distribution).....	50
Figure III.13 : Plateau d'épissure de cassette.....	51
Figure III.14 : PBO intérieur.....	52
Figure III.15 : Remplacement de coupleur dans le PBO.....	52
Figure III.16 : Composants interne de PBO 1:8.....	52
Figure III.17 : PTO connecté au PBO par un Kit de câble un seul brin.....	53
Figure III.18 : Prise optique.....	53
Figure III.19 : Brin de la prise optique.....	54
Figure III.20 : Modem connecté au PTO par une jarretière optique.....	54
Figure III.21 : Modem fibre optique face avant.....	55
Figure III.22 : Type de connecteur.....	56
Figure III.23 : Epissure.....	56
Figure III.24 : Bilan optique de la liaison étudié.....	57
Figure III.25 : Interface graphique du logiciel AMS 5520 GUI.....	60
Figure III.26 : OLT sous le logiciel AMS 5520 GUI.....	61
Figure III.27 : Configuration des services (étape 1,2 et 3).....	62
Figure III.28 : Configuration des services (étape 4).....	62
Figure III.29 : Configuration des services (étape 5 et 6).....	63
Figure III.30 : Configuration des services (étape 7).....	63
Figure III.31 : Configuration des services (a) : étape 8, (b) : étape 9, (c) : étape 10.....	64
Figure III.32 : Configuration des services (étape 11).....	64
Figure III.33 : Configuration des services (étape 12).....	65
Figure III.34 : Configuration des services (étape 13).....	65
Figure III.35 : Configuration des services (étape 14).....	66
Figure III.36 : Configuration des services (étape 15).....	66
Figure III.37 : Configuration des services (étape 16).....	67
Figure III.38 : Configuration des services (étape 17).....	67
Figure III.39 : Configuration des services (étape 18).....	68
Figure III.40 : Configuration des services (étape 19).....	68
Figure III.41 : Configuration des services (étape 20).....	69
Figure III.42 : Configuration des services (étape 21).....	69
Figure III.43 : Configuration des services (étape 22).....	70

Figure III.44 : Configuration des services (étape 23).....	70
Figure III.45 : Configuration des services (étape 24).....	71
Figure III.46 : Configuration des services (étape 25).....	71
Figure III.47 : Affichage de la carte FGLT-B	72
Figure III.48 : Configuration de la carte réussie	72
Figure III.49 : Accès à l'OLT (étape 1)	73
Figure III.50 : Accès à l'OLT (étape 2)	73
Figure III.51 : Accès à l'OLT (étape 3)	74
Figure III.52 : Commandes de configuration	75
Figure III.53 : Accès à l'ONT (étapes 1-5)	76
Figure III.54 : Accès à l'ONT (étape 6)	77
Figure III.55 : Accès à l'ONT (étape 7)	77
Figure III.56 : Accès à l'ONT (étape 8)	78
Figure III.57 : Accès à l'ONT (étape 9)	78
Figure III.58 : Attribution d'un nom d'utilisateur au compte de l'abonné.....	79
Figure III.59 : Attribution d'un mot de passe au compte de l'abonné	79
Figure III.60 : Sauvegarde du nom de l'utilisateur et du mot de passe de l'abonné	80
Figure III.61 : Vérification de la connexion chez un abonné (non connecté).....	80
Figure III.62 : Vérification de la connexion chez un abonné (connecté).....	81
Figure III.63 : Vérification du budget optique d'un compte abonné.....	81

Liste des tableaux

Tableau II.1 : Légende des code	27
Tableau II.2 : Types de module de transceiver	35
Tableau III.1: Différents types d'OLT	45
Tableau III.2 :Types d'ODFs	46
Tableau III.3 : Différents types de BPE.....	47
Tableau III.4 : Types des SROs	49
Tableau III.5 : Types des PBOs	51
Tableau III.6 : Atténuation du câble fibre optique.....	57
Tableau III.7 : Atténuation du splitter.....	57
Tableau III.8 : Calcul de l'atténuation totale de la liaison.....	58

Introduction générale

Introduction générale

Les avancées technologiques dans le domaine des réseaux d'accès ont transformé notre manière de communiquer et d'accéder à l'information. Dans ce contexte, les technologies haut débit jouent un rôle crucial en offrant des solutions de connectivité rapides et fiables.

Ce travail se propose d'explorer les différentes technologies des réseaux d'accès, en mettant l'accent sur la technologie FTTH (Fiber to the Home) utilisant la technologie GPON (Gigabit Passive Optical Network) [1].

Le premier chapitre offre une introduction approfondie aux technologies des réseaux d'accès. Nous examinerons les diverses options disponibles, notamment les liaisons haut débit tels que les technologies sans fil et les réseaux cellulaires, en analysant leurs avantages et leurs inconvénients respectifs. De plus, nous nous intéresserons aux technologies xDSL, telles que l'ADSL et le VDSL, en examinant en détail leurs caractéristiques et leurs limitations. Enfin, nous aborderons les généralités sur la fibre optique, en définissant ce qu'elle est, en examinant sa structure et ses différents types, ainsi qu'en mettant en évidence ses avantages en termes de performance et de capacité.

Le deuxième chapitre explore la technologie FTTH GPON, en mettant en lumière l'organisme d'accueil, en l'occurrence Algérie Télécom. Nous présenterons l'entreprise, sa structure organisationnelle et ses départements pertinents pour notre étude. Par la suite, nous explorerons la technologie FTTH GPON dans ses aspects fondamentaux, y compris les équipements du réseau d'accès. De plus, nous examinerons l'architecture du réseau FTTH GPON, en décrivant les différentes parties qui le composent. Nous aborderons également les topologies de réseau GPON, Enfin, nous nous pencherons sur la norme GPON (ITU-T G.984).

Le troisième chapitre se concentre sur l'étude et la configuration du réseau FTTH GPON. Nous présenterons les principes et l'architecture du réseau FTTH d'Algérie Télécom, en nous concentrant sur la zone d'étude choisie pour notre analyse. Ensuite, nous aborderons le dimensionnement des infrastructures optiques, en examinant les réseaux de branchement, les réseaux de distribution et les réseaux de transport. Nous discuterons également du choix des composants optiques Enfin, nous analyserons le bilan de la liaison optique, en évaluant sa performance, après on abordera la configuration des équipements actifs pour l'accès aux services Internet et VoIP, en utilisant le logiciel AMS 5520 GUI.

Chapitre I : Les technologies des réseaux d'accès

I.1 Introduction

Les réseaux d'accès jouent un rôle crucial dans la connectivité mondiale d'aujourd'hui, permettant aux utilisateurs d'accéder à internet, de communiquer et de partager des informations à travers le monde. Ces réseaux constituent le lien vital entre les utilisateurs finaux et les infrastructures de communication, tels que les fournisseurs de services internet et les réseaux centraux.

Dans ce chapitre, nous commencerons par examiner les technologies de liaison haut débit, en mettant l'accent sur les technologies sans fil, les réseaux cellulaires, et les technologies xDSL, ensuite nous verrons les principes fondamentaux de la fibre optique et l'architecture du réseau optique. De plus, nous nous concentrerons sur le réseau FTTH qui est notre sujet d'étude, en abordant le déploiement de la fibre optique dans ce réseau, les équipements associés, et son architecture. Ce chapitre fournit une base essentielle pour comprendre les technologies des réseaux d'accès et prépare le terrain pour des discussions plus approfondies dans les chapitres à venir.

I.2 Liaisons haut débit

Une liaison haut débit est une connexion de données qui permet un transfert rapide et efficace de l'information sur un réseau de communication. Elle se caractérise par une capacité de transmission de données élevées, ce qui permet de transférer de grandes quantités d'informations en peu de temps. Cela se traduit par des débits de transmission plus rapides ; ce qui permet aux utilisateurs d'accéder à des services en ligne, de télécharger des fichiers, de diffuser du contenu multimédia, de participer à des vidéoconférences, etc., de manière fluide et sans délai notable [2].

Les technologies couramment utilisées pour établir des liaisons hautes débits comprennent les technologies sans fil, les réseaux cellulaires, et les technologies xDSL, ainsi que d'autres technologies de pointe en constante évolution.

I.2.1 Technologies sans fil

Les technologies sans fil font référence à des systèmes de communication qui permettent la transmission d'informations sans l'utilisation de câbles physiques ou de connexions filaires. Elles utilisent des ondes radio, des signaux infrarouges ou d'autres formes d'ondes électromagnétiques pour établir des connexions et transférer des données entre des appareils. Ces technologies incluent des normes et des protocoles tels que le Wi-Fi, le Bluetooth, les

réseaux cellulaires (comme la 4G et la 5G), les réseaux sans fil à courte portée (comme Zigbee et Z-Wave) et d'autres formes de communication sans fil. Elles permettent la connectivité et la transmission de données entre appareils tels que les ordinateurs, les smartphones, les tablettes, les objets connectés et bien d'autres encore, offrant une flexibilité et une mobilité accrues dans les communications [3].

La Figure I.1 montre les différents types de technologies sans fil existantes.

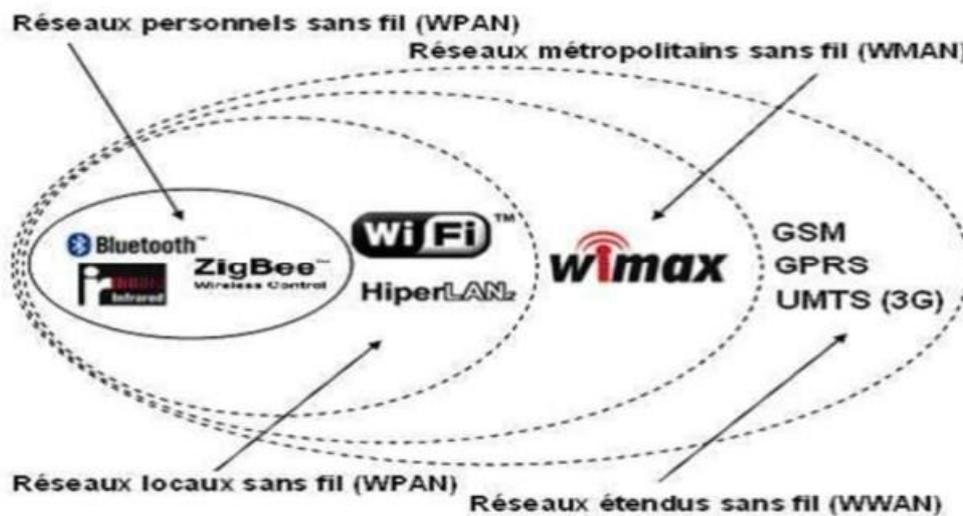


Figure I.1 : Types de technologies sans fil

- **Avantages**

Les technologies d'accès sans fil présente de nombreux avantages significatifs en termes de connectivité et de mobilité tels que :

- **Mobilité accrue :** Les technologies sans fil permettent une connectivité et une communication sans restriction de câbles, offrant une grande liberté de mouvement [3].
- **Facilité d'installation :** Les réseaux sans fil peuvent être rapidement déployés sans la nécessité de câblage complexe, simplifiant ainsi l'installation et la mise en place des infrastructures de communication [4].
- **Connectivité multiple :** Les technologies sans fil permettent la connectivité simultanée de plusieurs appareils, permettant ainsi de connecter et de partager des ressources entre plusieurs utilisateurs [5].
- **Accès à distance :** Les réseaux sans fil permettent un accès à distance aux informations et aux services, offrant une connectivité même dans des zones éloignées ou difficiles d'accès [6].

- Évolutivité : Les technologies sans fil offrent des possibilités d'extension et de mise à l'échelle flexible, permettant de s'adapter aux besoins croissants en matière de connectivité et de communication [7].

- **Inconvénients**

Les technologies d'accès sans fil présentent également certains inconvénients à prendre en considération, tels que :

- Interférences et atténuation du signal : Les signaux sans fil peuvent être sujets à des interférences provenant d'autres appareils émetteurs ou d'obstacles physiques, ce qui peut entraîner une diminution de la qualité du signal [5].
- Portée limitée : Les technologies sans fil ont généralement une portée plus limitée par rapport aux connexions filaires, ce qui peut nécessiter l'installation de plusieurs points d'accès pour une couverture complète [4].
- Sécurité : Les réseaux sans fil peuvent être vulnérables aux attaques de sécurité, tels que l'accès non autorisé ou le vol de données, nécessitant une attention particulière à la mise en place de mesures de sécurité appropriées [3].
- Débit de données variable : Les vitesses de transmission des données sans fil peuvent varier en fonction de la distance par rapport au point d'accès, du nombre d'utilisateurs connectés et des conditions environnementales, ce qui peut affecter les performances globales [7].
- Consommation d'énergie : Les dispositifs sans fil, en particulier ceux qui sont constamment connectés ou en mode de recherche de réseau, peuvent consommer plus d'énergie par rapport aux dispositifs filaires, ce qui peut affecter l'autonomie de la batterie [6].

I.2.2 Réseaux cellulaires

Les réseaux cellulaires sont des systèmes de communication sans fil qui permettent la transmission de données et de signaux vocaux via des stations de base réparties sur une zone géographique donnée. Ces stations de base, également appelées cellules, assurent la couverture du réseau en interconnectant les appareils mobiles tels que les téléphones portables, les tablettes et les dispositifs IoT (Internet of Things) [8].

Chaque cellule est équipée d'une station de base qui assure la communication avec les appareils mobiles à l'intérieur de cette cellule. Lorsqu'un utilisateur se déplace d'une cellule à une autre tout en maintenant une conversation téléphonique ou une connexion de données, le signal est transféré de manière transparente d'une station de base à une autre, ce qui permet une connectivité continue et une transition fluide entre les cellules [9].

La Figure I.2 représente l'évolution de quelques générations des réseaux mobiles cellulaires en termes de qualité de service.

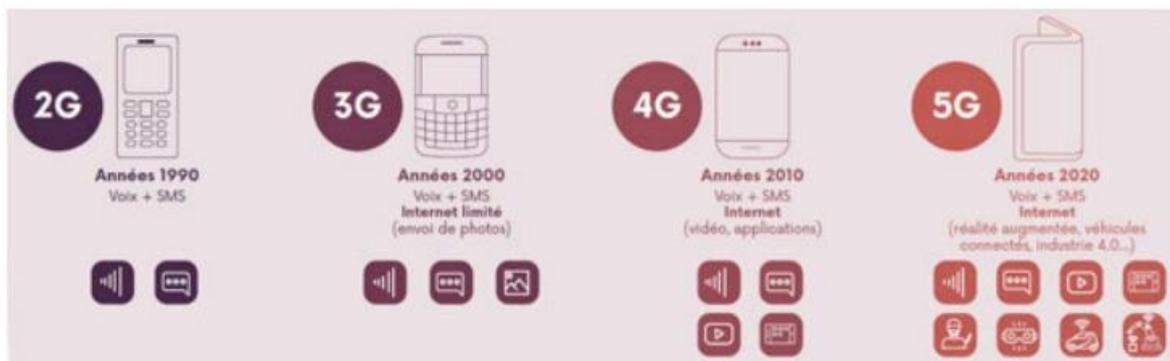


Figure I.2 : Evolution des réseaux cellulaires

- **Avantages**

Les réseaux cellulaires offrent de nombreux avantages qui les rendent indispensables dans le domaine des communications sans fil, tels que :

- Couverture étendue : Les réseaux cellulaires offrent une couverture étendue, ce qui permet aux utilisateurs de rester connectés et d'accéder aux services de communication dans de vastes zones géographiques [3].
- Mobilité : Les réseaux cellulaires permettent aux utilisateurs de se déplacer librement tout en maintenant leur connectivité, ce qui est essentiel pour les communications en déplacement [9].
- Connectivité mondiale : Les réseaux cellulaires assurent une connectivité à l'échelle mondiale, ce qui permet aux utilisateurs de communiquer et d'accéder aux services dans de nombreux pays et régions [5].
- Polyvalence des services : Les réseaux cellulaires prennent en charge une large gamme de services de communication, tels que la voix, les messages texte, l'accès Internet, les applications mobiles et bien d'autres, offrant ainsi une polyvalence aux utilisateurs [10].
- Évolutivité : Les réseaux cellulaires sont conçus pour prendre en charge un grand nombre d'utilisateurs simultanés, permettant une expansion et une évolutivité du réseau pour répondre à la demande croissante en matière de connectivité [6].

- **Inconvénients**

Malgré leurs nombreux avantages, les réseaux cellulaires présentent également certains inconvénients qu'il est important de prendre en compte, tels que :

- Interférences et atténuation du signal : Les signaux cellulaires peuvent être sujets à des interférences provenant d'autres appareils émetteurs ou d'obstacles physiques, ce qui peut entraîner une diminution de la qualité du signal [5].
- Capacité limitée : Les réseaux cellulaires peuvent être confrontés à des problèmes de capacité lorsqu'il y a une densité élevée d'utilisateurs dans une même zone, ce qui peut entraîner des ralentissements ou des congestions du réseau [11].
- Dépendance des infrastructures : Les réseaux cellulaires nécessitent des infrastructures de télécommunication coûteuses, telles que les tours de télécommunication et les stations de base, ce qui peut représenter un défi pour les zones rurales ou les régions moins développées [12].
- Vie de la batterie limitée : L'utilisation intensive des réseaux cellulaires peut entraîner une consommation accrue de la batterie des appareils mobiles, limitant ainsi leur autonomie [3].
- Sécurité des données : Les réseaux cellulaires peuvent présenter des risques de sécurité, tels que l'interception des communications ou le vol de données, nécessitant des mesures de sécurité robustes pour protéger les informations des utilisateurs [8].

I.2.3 Technologies xDSL

Les technologies xDSL (Digital Subscriber Line) font référence à un ensemble de technologies de communication qui permettent la transmission de données à haut débit sur des lignes téléphoniques en cuivre existantes, utilisées pour fournir des connexions Internet via les réseaux de télécommunication existants.

Le signal se propage dans les larges bandes de fréquences hautes, utilisées par le transport de la voix en téléphonie traditionnelle.

Le terme "xDSL" est un terme générique qui englobe différentes variantes, telles que l'ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line) et le VDSL (Very-high-bit-rate Digital Subscriber Line), qui offrent des vitesses de transmission asymétriques et très élevées, respectivement [5].

- **Technologie ADSL**

L'ADSL est une technologie xDSL largement utilisée pour la transmission de données à haut débit sur les lignes téléphoniques en cuivre existantes. Elle permet aux utilisateurs de bénéficier d'une connexion internet rapide et fiable, tout en permettant simultanément l'utilisation de la ligne téléphonique pour la voix. L'ADSL tire parti de différentes fréquences pour séparer la

voix et les données, permettant ainsi une transmission asymétrique des informations. Cela signifie que les vitesses de téléchargement sont généralement plus rapides que les vitesses de téléversement. Cette technologie a été largement adoptée en raison de son coût relativement bas et de sa compatibilité avec l'infrastructure téléphonique existante. Elle offre des vitesses de téléchargement allant jusqu'à plusieurs mégabits par seconde (Mbps), ce qui permet aux utilisateurs de naviguer sur Internet, de télécharger des fichiers, de diffuser des vidéos et d'utiliser des applications en ligne de manière fluide [6]. Les étapes établies lors d'une connexion ADSL sont représentés dans la Figure I.3.

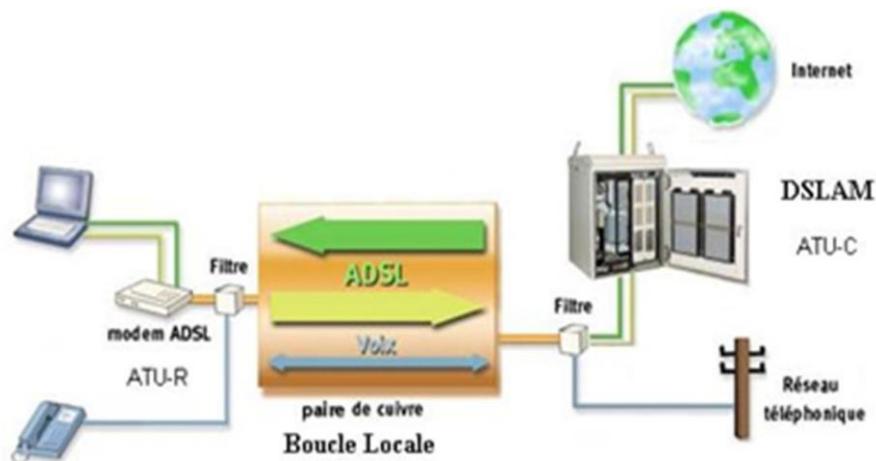


Figure I.3 : Schéma d'une connexion ADSL

- **Technologie VDSL**

Le VDSL est une technologie xDSL qui offre des vitesses de transmission de données encore plus élevées que l'ADSL. Elle est conçue pour répondre aux besoins croissants en bande passante des utilisateurs résidentiels et des entreprises. Le VDSL exploite également les lignes téléphoniques en cuivre existantes, mais grâce à des améliorations techniques, il permet des vitesses de téléchargement et de téléversement plus équilibrées, offrant ainsi une expérience utilisateur améliorée pour les applications gourmandes en bande passante, telles que la diffusion de contenu multimédia en streaming et le téléchargement de gros fichiers. Avec des débits pouvant atteindre plusieurs dizaines de mégabits par seconde (Mbps) voire plus, le VDSL représente une solution attrayante pour ceux qui nécessitent une connectivité à haut débit sans avoir à passer à des technologies plus coûteuses comme la fibre optique [5].

- **Avantages**

Les technologies xDSL, telles que l'ADSL et le VDSL, offrent une gamme d'avantages significatifs qui en font des choix populaires pour une connectivité haut débit fiable et accessible, tels que :

- Utilisation de l'infrastructure existante : Les technologies xDSL exploitent les lignes téléphoniques en cuivre déjà installées, ce qui permet une mise en œuvre plus économique par rapport à d'autres technologies de connectivité haut débit [13].
- Large disponibilité : Étant basées sur les lignes téléphoniques en cuivre largement déployées, les technologies xDSL sont généralement disponibles dans de nombreuses régions, y compris les zones rurales [14].
- Débit élevé : Les technologies xDSL, en particulier le VDSL, offrent des débits élevés pour les services Internet, permettant aux utilisateurs de profiter d'une connectivité haut débit pour le téléchargement, le streaming et d'autres activités en ligne [15].

- **Inconvénients**

Malgré leurs nombreux avantages, les technologies xDSL ne sont pas exemptes de quelques inconvénients qui méritent d'être pris en considération pour une utilisation optimale et une prise de décision éclairée, tels que :

Dégradation de la performance avec la distance : Les performances des technologies xDSL, en particulier l'ADSL, peuvent diminuer à mesure que la distance entre l'utilisateur et le nœud central augmente, ce qui peut entraîner une réduction de la vitesse de transmission [3].

Sensibilité aux interférences : Les technologies xDSL peuvent être sensibles aux interférences électromagnétiques provenant d'autres appareils électroniques, ce qui peut entraîner une dégradation de la qualité du signal [16].

Limitation de la symétrie du débit : L'ADSL est asymétrique, ce qui signifie que les vitesses de téléchargement et de téléversement ne sont pas équilibrées. Cela peut être un inconvénient pour les utilisateurs ayant des besoins importants en termes de transfert de données dans les deux sens [17].

I.3 Fibre optique

I.3.1 Définition

La fibre optique est une technologie de transmission de données qui utilise des fils de verre ou de plastique très fins pour transmettre des signaux lumineux sur de longues distances. Elle offre des performances élevées en termes de débit, de capacité et de qualité de signal. Les signaux lumineux transportent les données en utilisant la réflexion interne totale, permettant ainsi un transfert rapide et efficace des informations. La fibre optique est largement utilisée dans les réseaux de télécommunications pour offrir une connectivité à haut débit pour l'Internet, la téléphonie, la télévision et d'autres services de communication [18].

I.3.2 Structure du câble à fibre optique

La structure de base d'un câble à fibre optique comprend plusieurs composants essentiels, tels que :

- Âme : L'âme d'une fibre optique, également appelée noyau, est la partie centrale de la fibre par laquelle la lumière se propage. Elle est généralement composée de verre ou de plastique à haut indice de réfraction. L'âme guide la lumière à travers la fibre en utilisant la réflexion totale interne [19].
- Gaine optique : La gaine optique entoure l'âme de la fibre optique et est fabriquée à partir d'un matériau avec un indice de réfraction inférieur à celui de l'âme. Sa fonction est de confiner la lumière à l'intérieur de l'âme en permettant la réflexion totale interne [20].
- Revêtement : Le revêtement est une couche protectrice appliquée sur la gaine optique pour assurer la protection mécanique de la fibre. Il est généralement constitué d'un matériau polymère. Le revêtement protège la fibre contre les dommages physiques, l'humidité et d'autres influences environnementales [21].
- Fibres de renfort : Les fibres de renfort sont des éléments de support structurel ajoutés autour de la gaine du câble à fibre optique. Elles peuvent être constituées de fibres de verre, de plastique ou d'acier. Les fibres de renfort fournissent une résistance mécanique au câble, le protégeant contre les contraintes de traction et de flexion [19].
- Gaine du câble : La gaine du câble est la couche extérieure protectrice du câble à fibre optique. Elle est composée d'un matériau résistant aux conditions environnementales et aux dommages physiques. La gaine du câble assure une protection globale à l'ensemble du câble et peut être fabriquée à partir de matériaux tels que le PVC ou le polyéthylène [20].

La Figure I.4 illustre la structure de la fibre optique, en montrant ses différents composants.

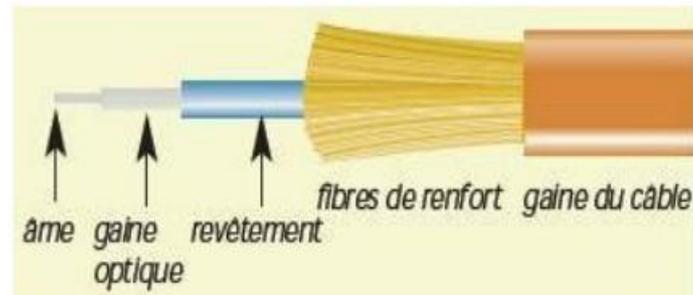


Figure I.4 : Structure de la fibre optique

I.3.3 Types de fibre optique

Les deux types de fibre optique utilisés sont la fibre optique monomode et la fibre optique multimode, qui diffèrent par la manière dont elles propagent la lumière à travers le noyau de la fibre.

- **Fibre optique monomode**

La fibre optique monomode est largement utilisée dans les systèmes de communication à longue distance et à haut débit. Elle est conçue pour propager un seul mode de lumière, ce qui signifie qu'elle permet à une seule onde lumineuse de se propager à travers son noyau étroit. En raison de cette caractéristique, la fibre monomode offre des avantages tels qu'une faible dispersion et une faible atténuation du signal, ce qui permet une transmission de données sur de très longues distances sans perte significative de qualité. La bande passante élevée et la capacité de transmission à longue portée en font un choix privilégié pour les réseaux de télécommunications à grande échelle [22].

La Figure I.5 représente la fibre optique monomode :

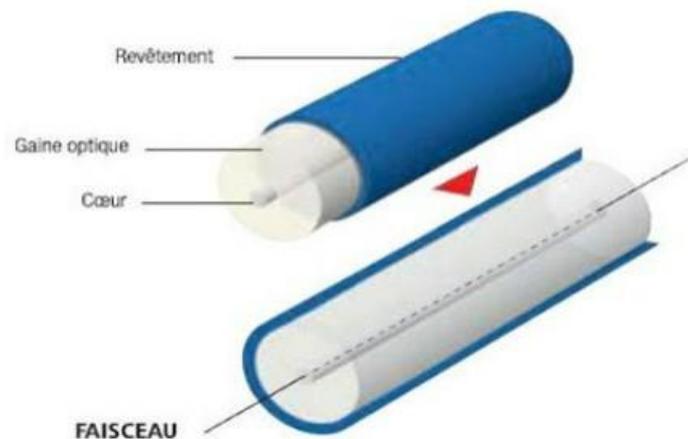


Figure I.5 : Fibre optique monomode

- **Fibre optique multimode**

La fibre optique multimode est utilisée dans les réseaux locaux et les connexions à courte distance où la bande passante élevée est essentielle. Contrairement à la fibre monomode, la fibre multimode permet la propagation de plusieurs modes de lumière simultanément en raison de son noyau plus large. Cependant, en raison de la dispersion modale, les signaux lumineux se propagent avec des trajets différents, ce qui peut entraîner une distorsion et une atténuation plus élevée du signal sur de longues distances. Malgré cela, la fibre optique multimode reste une option économique pour les applications à courte distance nécessitant une transmission de données rapide. Elle est couramment utilisée dans les réseaux locaux, les systèmes de vidéosurveillance et les connexions de données à haut débit [19].

La Figure I.6 représente la fibre optique multimode :

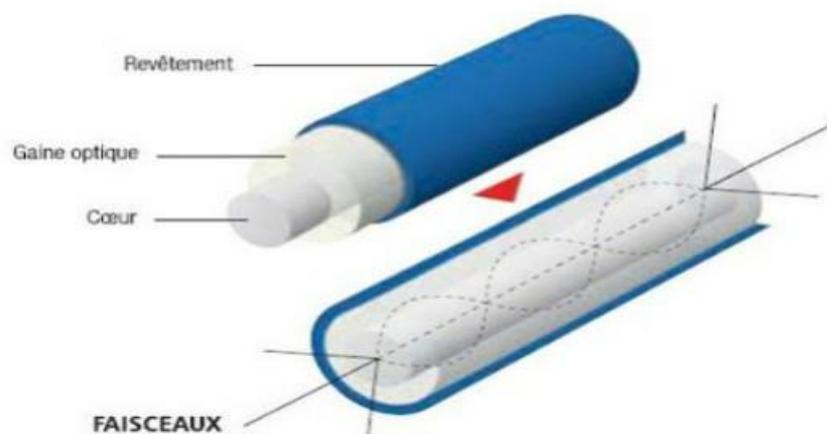


Figure I.6 : Fibre optique multimode

I.3.4 Avantages

La fibre optique présente plusieurs avantages majeurs dans les systèmes de communication, tels que :

- Grande capacité de transmission : La fibre optique offre une bande passante élevée, ce qui permet de transporter de grandes quantités de données sur de longues distances. Elle peut prendre en charge des débits allant jusqu'à plusieurs téraoctets par seconde, ce qui en fait un choix privilégié pour les applications à haut débit [22].
- Faible atténuation du signal : La fibre optique présente une atténuation du signal beaucoup plus faible que les câbles en cuivre, ce qui permet une transmission sur de longues distances sans perte significative de qualité. Cette faible atténuation permet d'étendre les réseaux sur de grandes distances sans nécessiter de répéteurs fréquents, ce qui réduit les coûts d'infrastructure [18].
- Immunité aux interférences électromagnétiques : Contrairement aux câbles en cuivre, la fibre optique est insensible aux interférences électromagnétiques. Elle n'est pas affectée par les champs électriques, les perturbations électromagnétiques ou les décharges atmosphériques, ce qui garantit une transmission de données plus fiable et de meilleure qualité [18].
- Sécurité des données : Les signaux optiques transmis dans une fibre optique ne rayonnent pas à l'extérieur du câble, ce qui rend la fibre optique plus sécurisée et difficile à pirater. Elle offre une meilleure protection des données sensibles, ce qui en fait un choix privilégié pour les réseaux nécessitant une sécurité élevée [22].

I.4 Réseau optique

Un réseau optique, également connu sous le nom de réseau à fibre optique, est un système de communication qui utilise des câbles à fibre optique pour transmettre des signaux lumineux. La technologie des réseaux optiques repose sur les principes de transmission de la lumière à travers des fibres optiques pour acheminer les données sur de longues distances avec une vitesse élevée et une faible atténuation du signal. Les signaux lumineux sont générés par des émetteurs optiques, convertis en signaux électriques pour la transmission, puis reconvertis en signaux lumineux à l'extrémité de réception par des récepteurs optiques. Les avantages des réseaux optiques comprennent une grande capacité de transmission, une faible atténuation du signal, une immunité aux interférences électromagnétiques et une sécurité des données accrue. Ils sont

utilisés dans divers domaines, tels que les télécommunications, les réseaux informatiques, les systèmes de vidéosurveillance et les applications médicales [20].

I.4.1 Architecture du réseau optique

Un réseau optique se compose de trois parties successives : le réseau cœur, métropolitain, et accès.

- **Réseau cœur**

Le réseau cœur, également connu sous le nom de réseau de transport, est une partie essentielle d'un réseau optique. Il fait référence à la portion centrale du réseau qui assure le transport à grande échelle des données sur de longues distances. Le réseau cœur est conçu pour gérer les flux de trafic importants entre les différentes régions du réseau, reliant les nœuds de raccordement, les centres de données et les points d'échange Internet [23].

L'architecture du réseau cœur peut varier en fonction des besoins spécifiques de l'opérateur de réseau, mais elle repose généralement sur des équipements de transmission optique hautement performants, tels que des amplificateurs optiques, des multiplexeurs/démultiplexeurs, des commutateurs optiques et des routeurs optiques. Ces équipements permettent de gérer efficacement le flux de données à haut débit tout en minimisant les pertes et les dégradations du signal [24].

Le réseau cœur d'un réseau optique doit être dimensionné pour répondre à la demande croissante de bande passante et à la nécessité d'une transmission fiable des données. Il doit également être conçu avec une architecture redondante pour assurer une haute disponibilité et une résilience en cas de défaillance d'un élément du réseau [25].

- **Réseau métropolitain**

Le réseau métropolitain, également connu sous le nom de réseau MAN (Metropolitan Area Network), est une partie clé d'un réseau optique qui assure la connectivité à haut débit à l'échelle d'une région métropolitaine. Il couvre généralement une zone géographique plus large que la partie d'accès du réseau et est conçu pour répondre aux besoins de connectivité des entreprises, des fournisseurs de services Internet et des centres de données situés dans une même région [26].

Le réseau métropolitain optique utilise des équipements et des infrastructures de fibre optique pour permettre la transmission rapide et fiable des données sur de longues distances. Il est

souvent utilisé pour interconnecter différents sites d'entreprises, centres de données et points d'échange Internet au sein d'une région métropolitaine, facilitant ainsi la communication et l'échange de données à haut débit [27].

L'architecture du réseau métropolitain optique peut inclure des éléments tels que des nœuds de raccordement, des commutateurs optiques, des routeurs optiques et des équipements de transmission à haute capacité. Cette architecture est conçue pour répondre aux exigences de performance, de disponibilité et de scalabilité du réseau métropolitain [23].

- **Réseau d'accès**

Le réseau d'accès, également appelé dernier kilomètre, constitue la partie finale d'un réseau optique qui relie les utilisateurs finaux aux infrastructures de télécommunications. Il fournit une connectivité à haut débit aux utilisateurs résidentiels, aux entreprises et aux institutions situées dans une zone géographique spécifique. Le réseau d'accès optique utilise des technologies de fibre optique pour acheminer les signaux de données depuis les nœuds de raccordement jusqu'aux points d'accès des utilisateurs [23].

L'architecture du réseau d'accès optique peut varier selon les besoins spécifiques de déploiement, les contraintes géographiques et les politiques de fournisseurs de services. Cela peut inclure des solutions telles que la fibre optique directe jusqu'au domicile ou à l'entreprise, la fibre optique jusqu'au bâtiment ou l'utilisation de la fibre optique pour le dernier tronçon de câblage. Ces approches permettent d'offrir une connectivité à haut débit, une large bande passante et une faible atténuation du signal aux utilisateurs finaux [28].

La Figure I.7 montre les trois types de réseau constituant l'architecture d'un réseau optique, avec les équipements associés à chaque type, et la relation entre eux.

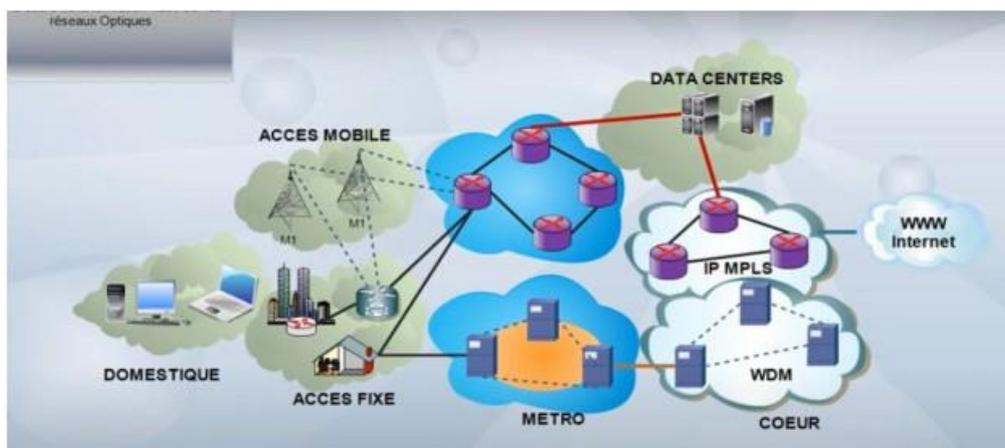


Figure I.7 : Architecture du réseau optique

I.4.2 Types des réseaux optiques

Il existe plusieurs types de réseaux optiques FTTx (Fiber to the X), qui désignent différentes architectures de déploiement de la fibre optique. Voici les principaux types de réseaux FTTx existants :

- **FTTN (Fiber to the Node)**

C'est l'architecture de déploiement de la fibre optique jusqu'à un nœud de raccordement situé relativement près des utilisateurs finaux. À partir du nœud, le signal est transmis via des câbles en cuivre existants jusqu'aux résidences ou aux entreprises. Cette approche permet d'augmenter la vitesse et la capacité du réseau en utilisant la fibre optique pour la portion la plus critique, tout en utilisant les infrastructures en cuivre existantes pour le dernier tronçon [23].

- **FTTC (Fiber to the Curb)**

Cette architecture est une variante de FTTN où la fibre optique est acheminée jusqu'au bord du trottoir ou de la propriété. Cela raccourcit davantage la distance entre la fibre optique et les utilisateurs finaux, réduisant ainsi les pertes de signal et augmentant la capacité de transmission [23].

- **FTTB (Fiber to the Building)**

Ce cas-là, consiste à apporter la fibre optique directement à un bâtiment ou à un complexe d'entreprises. À partir du point de raccordement, les connexions sont établies à l'intérieur du bâtiment à l'aide de câbles en cuivre, de câbles Ethernet ou de technologies sans fil [23].

- **FTTH (Fiber to the Home)**

FTTH est considéré comme la solution ultime pour les réseaux d'accès optiques, car il apporte la fibre optique directement aux foyers et aux entreprises. Cela permet une connectivité à haut débit, une large bande passante et des vitesses de transmission élevées pour les services Internet, la télévision haute définition et la téléphonie [23].

La Figure I.8 représente les principales technologies FTTx existantes :

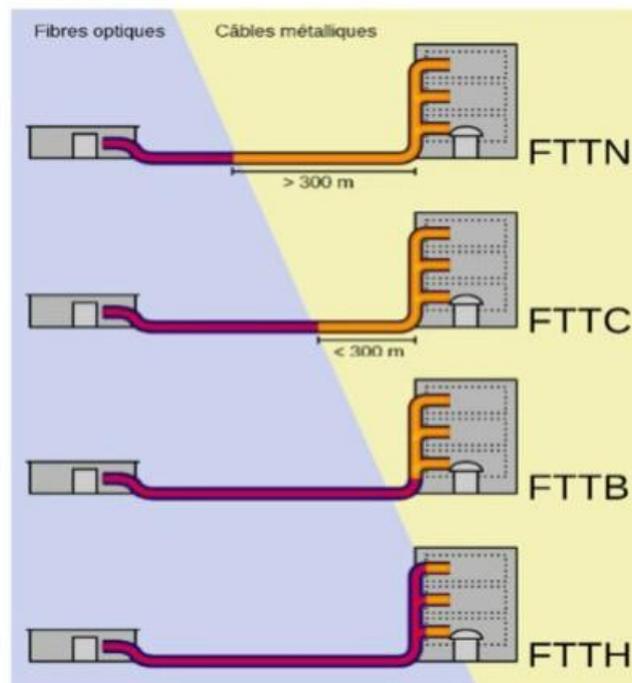


Figure I.8 : Technologies FTTx

I.5 Réseau FTTH

I.5.1 Définition du réseau FTTH

FTTH ou la fibre optique jusqu'au domicile, est une approche de réseau d'accès optique qui apporte la fibre optique directement aux foyers et aux entreprises. Dans un réseau FTTH, chaque utilisateur bénéficie d'une connexion en fibre optique dédiée, offrant une large bande passante, une vitesse de transmission élevée et une fiabilité supérieure par rapport aux autres technologies d'accès. La fibre optique permet des vitesses de transmission allant jusqu'à plusieurs gigabits par seconde, permettant ainsi le support de services gourmands en bande passante tels que la vidéo en streaming, les jeux en ligne, la vidéoconférence haute définition, et des services tels que la VoIP (Voice Over Internet Protocol) et l'IPTV (Internet Protocol Television) [23].

I.5.2 Déploiement du réseau FTTH

Le déploiement de la fibre optique dans un réseau FTTH est un processus complexe qui implique plusieurs étapes clés. Tout d'abord, une planification minutieuse est nécessaire pour déterminer les zones à desservir, les itinéraires de câblage et les emplacements des équipements actifs tels que les nœuds de raccordement et les points de terminaison. Ensuite, des travaux de génie civil sont souvent nécessaires pour creuser des tranchées, poser les câbles de fibre optique et installer les boîtiers de raccordement [23].

Une fois l'infrastructure physique en place, les câbles de fibre optique sont connectés aux points de terminaison dans les foyers et les entreprises, permettant ainsi d'établir une connexion directe entre les utilisateurs finaux et le réseau optique. Des tests et des vérifications minutieux sont effectués pour s'assurer de la qualité de la connexion et de la performance du réseau [29].

Le déploiement de la fibre optique dans un réseau FTTH nécessite également des équipements spécifiques tels que des équipements de soudure et de raccordement de fibre optique, des routeurs et des commutateurs optiques, ainsi que des compétences techniques pour installer, configurer et entretenir ces équipements [30].

I.5.3 Équipements du réseau FTTH

Les principaux équipements d'un réseau FTTH de tout opérateur de télécommunication comprennent le nœud de raccordement optique (NRO), le sous répartiteur optique (SRO), point de branchement optique (PBO), et le point de terminaison optique (PTO).

Tous ces équipements sont les éléments principaux pour construire un réseau FTTH. Comme le montre la Figure I.9.

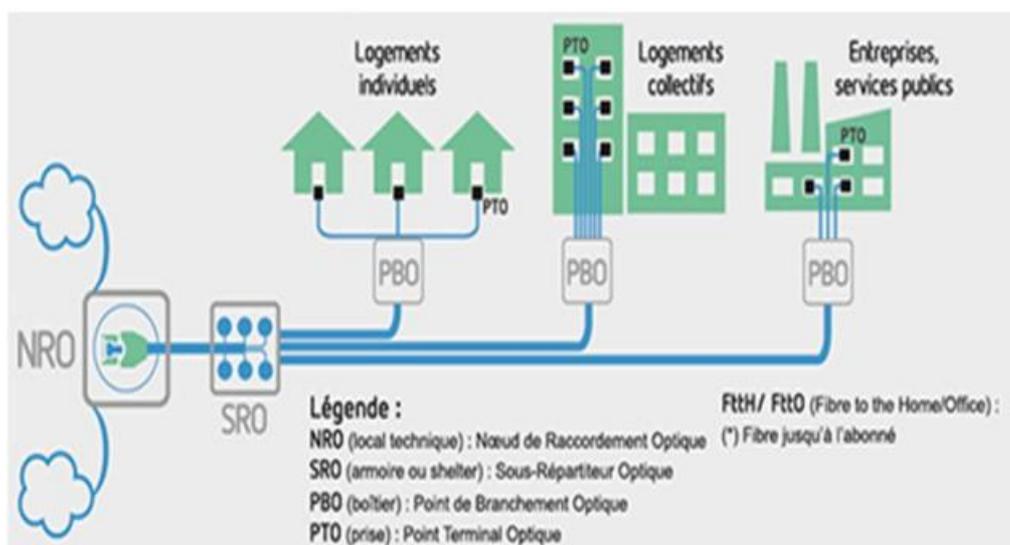


Figure I.9 : Équipements d'un réseau FTTH

- **Nœud de raccordement optique (NRO)**

Le nœud de raccordement optique est un point central du réseau FTTH où les fibres optiques en provenance de différents quartiers ou zones sont regroupées. Il sert de point de transition entre le réseau principal et les câbles de distribution qui relient les utilisateurs finaux.

- **Sous-répartiteur optique (SRO)**

Le sous-répartiteur optique est un élément intermédiaire entre le nœud de raccordement optique et les points de branchement optique. Il permet de diviser le signal optique en plusieurs fibres optiques qui sont ensuite acheminées vers les points de branchement optique desservant les domiciles.

- **Point de branchement optique (PBO)**

Le point de branchement optique est le point où la fibre optique principale est divisée en fibres optiques individuelles qui desservent chaque domicile. Il est généralement situé à l'extérieur du bâtiment et permet de relier la fibre optique du réseau FTTH à la fibre optique du domicile de l'utilisateur.

- **Point de terminaison optique (PTO)**

Le point de terminaison optique est le point final de la connexion dans le réseau FTTH. Il se trouve à l'intérieur du domicile de l'utilisateur et permet de relier la fibre optique provenant du point de branchement optique à l'équipement terminal (modem).

I.5.4 Architecture du réseau FTTH

Il existe deux types principaux d'architecture FTTH, l'architecture point à point, et l'architecture point à multipoint.

- **Architecture Point à Point**

La topologie Point à Point (P2P) est l'une des architectures couramment utilisées dans les réseaux FTTH. Dans cette configuration, chaque utilisateur final dispose d'une connexion directe et dédiée à un nœud de raccordement optique (NRO) ou à un sous-répartiteur optique (SRO). Chaque fibre optique relie directement le NRO ou le SRO à un point de terminaison optique (PTO) situé à l'intérieur du domicile ou de l'entreprise de l'abonné. Cette topologie, offre plusieurs avantages, notamment des débits élevés et une bande passante garantie pour chaque utilisateur, ainsi qu'une meilleure sécurité et une faible latence. De plus, elle permet une flexibilité accrue pour les fournisseurs de services, car ils peuvent facilement gérer et contrôler individuellement les connexions vers chaque abonné [32].

La Figure I.10 représente la topologie P2P d'un réseau FTTH

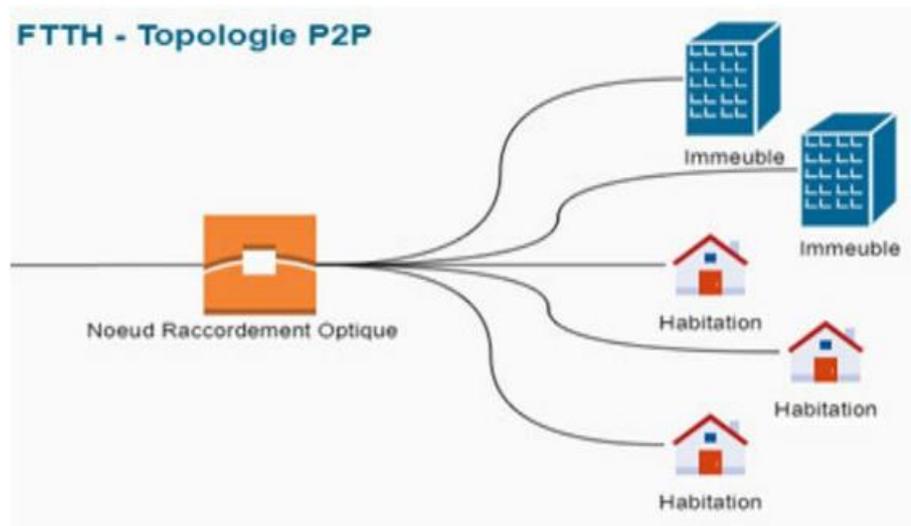


Figure I.10 : Architecture Point à Point

- **Architecture Point à Multipoint**

La topologie Point à Multipoint (P2M) est une architecture couramment utilisée dans les réseaux FTTH pour connecter plusieurs abonnés à partir d'un seul point de raccordement optique. Dans cette configuration, un nœud de raccordement optique (NRO) ou un sous-répartiteur optique (SRO) est utilisé comme point central, à partir duquel des fibres optiques sont déployées pour atteindre différents points de branchement optique (PBO) situés près des abonnés. Chaque PBO dessert un groupe d'abonnés, et à partir de là, des câbles à fibre optique individuels, appelés câbles de branchement optique (CBO), sont utilisés pour connecter le point de terminaison optique (PTO) situé à l'intérieur de chaque domicile ou entreprise. La topologie P2M offre une utilisation plus efficace des ressources de fibre optique, car plusieurs abonnés peuvent partager une même fibre jusqu'au PBO, réduisant ainsi les coûts de déploiement. De plus, elle permet une évolutivité plus facile du réseau, car de nouveaux abonnés peuvent être ajoutés en ajoutant simplement des PBO supplémentaires au NRO ou au SRO existant [32].

La Figure I.11 représente la topologie P2M d'un réseau FTTH.

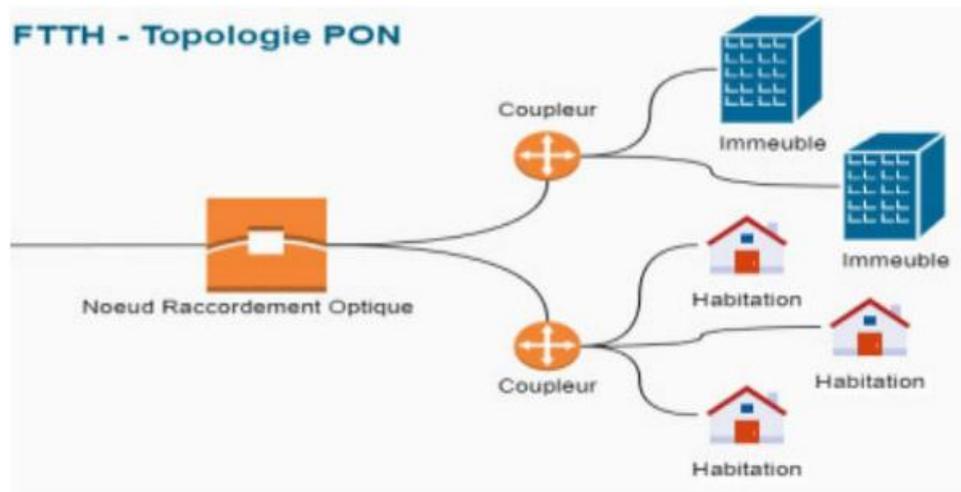


Figure I.11 : Architecture Point à Multipoint

I.6 Conclusion

En somme, ce chapitre a mis en évidence l'importance des technologies des réseaux d'accès pour fournir des liaisons haut débit aux utilisateurs. Les liaisons sans fil, la fibre optique et le réseau FTTH sont des éléments clés dans le paysage des communications modernes, offrant des solutions adaptées aux besoins de connectivité croissants. La prochaine étape consistera à examiner plus en détail les aspects techniques, les avantages et les défis liés à ces technologies, afin de mieux comprendre leur impact sur les infrastructures de communication et les utilisateurs finaux.

Chapitre II : Généralités sur la technologie FTTH GPON

II.1 Introduction

Dans ce chapitre, notre étude se divise en deux volets. Le premier volet explorera Algérie Télécom, une entreprise majeure des télécommunications en Algérie. Nous présenterons brièvement l'entreprise, sa fiche technique, ses filiales, et ses objectifs et missions. L'organigramme général et les départements d'accueil sont également abordés, avec une attention particulière sur le département spécifique où notre stage pratique a eu lieu. Cette partie offre une vue d'ensemble complète d'Algérie Télécom et de notre expérience au sein de l'entreprise.

Le deuxième volet de ce chapitre portera sur la technologie GPON (Gigabit Passive Optical Network) utilisée dans les réseaux d'accès à fibre optique FTTH. Nous explorerons les équipements, l'architecture et les topologies du réseau FTTH GPON, ainsi que les avantages et inconvénients associés. De plus, nous discuterons des avantages du module SFP GPON (Small form-factor pluggable) dans le contexte du déploiement de la fibre optique. Cette partie offre un aperçu complet de la technologie GPON et de son utilisation dans les réseaux FTTH.

II.2 Organisme d'accueil (Algérie Télécom)

II.2.1 Présentation

Algérie Télécom est leader sur le marché algérien des télécommunications qui connaît une forte croissance, offrant une gamme complète de services de téléphonie fixe et d'internet aux clients résidentiels et professionnels. Cette position s'est construite par une politique d'innovation forte adaptée aux attentes des clients et orientée vers les nouveaux usages.

Algérie Télécom est une société par actions à capitaux publics opérant dans le domaine des télécommunications, de la téléphonie fixe et d'internet. Sa naissance a été consacrée par la loi 2000/03 du 5 août 2000, relative à la restructuration du secteur des Postes et Télécommunications, qui sépare notamment les activités Postales de celles des Télécommunications et fixant les règles générales relatives à la poste et aux télécommunications ainsi que les résolutions du conseil national aux participations de l'état (CNPE) du 1er Mars 2001 portant création d'une Entreprise Publique Économique dénommée « Algérie Télécom ».

Algérie Télécom est donc régie par cette loi qui lui confère le statut d'une entreprise publique économique sous la forme juridique d'une société par actions SPA, au capital social

de 115.000.000.000,00 Dinars et inscrite au centre national du registre de commerce le 11 mai 2002 sous le numéro 02B 0018083.

Algérie Télécom est créée le 1^{er} janvier 2003 d'une séparation des activités postales et télécommunications des anciens services de PTT. En 2003, Algérie Télécom comptait près de 130 000 abonnés GSM et 1,9 million de clients sur le réseau fixe. Ses activités comprennent la téléphonie fixe, la téléphonie mobile, Internet et les télécommunications par satellite. [30]

II.2.2 Fiche technique

Algérie Télécom, est désormais l'acteur principal de la mise en œuvre d'une stratégie d'introduction des nouvelles technologies de l'information et de la Communication en Algérie, et ce à travers la plus large connectivité possible du public. De ce fait voici quelques chiffres généralisant ainsi sa pleine contribution à l'édification de la société algérienne de l'information sur la fin 2021.

Effectifs : Plus de 20 400 employés recensés

- Téléphonie : 45,94 millions d'abonnés à l'internet fixe (ADSL, FTTH et 4G LTE)
- Réseau commercial : 472 agences commerciales (ACTEL)
- Réseau de transmission : Backbone national de transmission 2.4 à 3 (Tb/s)
- Mobilis : Le parc d'abonnés (GSM+3G+4G) s'est établi à plus de 20,3 millions.
- ATS : 45 stations terriennes domestiques, 4 stations internationales dont Intelsat et Arabsat
- Chiffre d'affaires : 997 millions de dollars (2019). [31]

II.2.3 Filiales

Algérie Télécom s'engage dans le monde des Technologies de l'information et de la Communication avec trois objectifs [31] :

- Rentabilité
- Efficacité
- Qualité de service

De ce fait, afin d'assurer des services de qualité, et répondre aux besoins de la clientèle par une totale satisfaction, suivie d'une fidélisation, Algérie Télécom s'est organisée en filiales spécialisées et de dimensions nationales, il s'agit donc de :

- ALGERIE TELECOM : Fournisseur de téléphonie fixe, d'internet haut-débit et de connexion sans fil.

- ALGERIE TELECOM MOBILE : Opérateur de réseau mobile et d'internet haut-débit sans fil.
- ALGERIE TELECOM SATELLITE (ATS) : Entreprise spécialisée dans les services de télécommunication par satellite.
- ALGERIE TELECOM EUROPE (ATE) : Société qui gère le câble sous-marin « ORVAL/ARVAL » reliant les télécommunications algériennes aux européennes.
- COMINTAL SPA : Entreprise répondant à la demande de solutions et dispositifs de fibre optique brut (fibre optique noire).
- SATICOM SPA : Entreprise spécialisée dans les solutions technologiques modernes permettant aux entreprises de communiquer de manière plus efficace en interne et en externe. [32]

La figure II.1 regroupe les filiales d'Algérie Télécom :



Figure II.1 : Filiales d'Algérie Télécom. [31]

II.2.4 Objectifs

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

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

II.2.5 Missions

Les missions principales d'Algérie Télécom sont les suivantes :

- Fournir des services de télécommunication permettant le transport et l'échange de la voix de messages écrits, de données numériques et d'informations audiovisuelles.
- Développer, exploiter et gérer les réseaux publics et privés de télécommunications.
- Établir, exploiter et gérer les interconnexions avec tous les opérateurs des réseaux. [31]

II.2.6 Organigramme générale

L'organigramme d'Algérie Télécom se présente comme suit dans la figure II.2 :

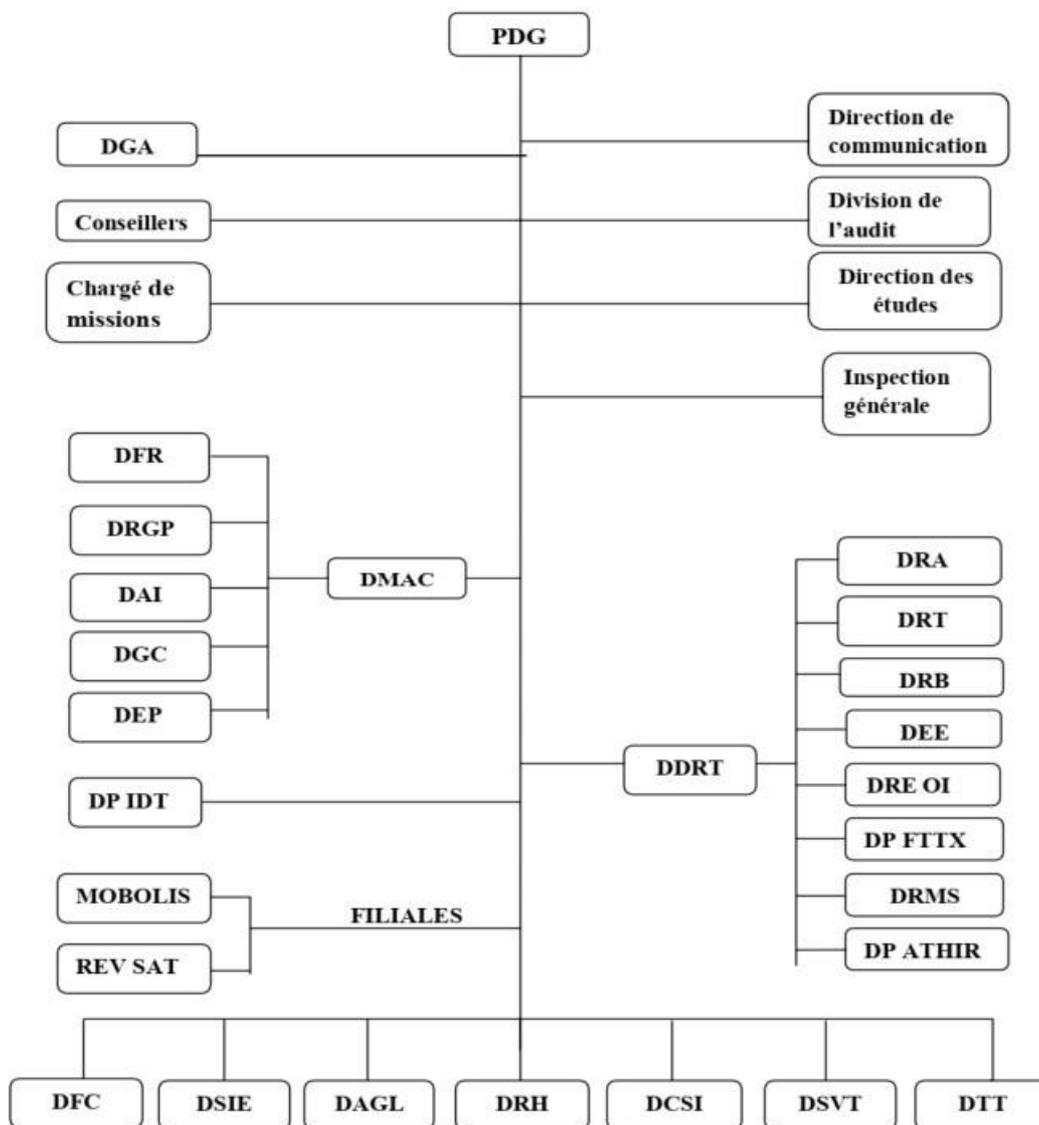


Figure II.2 : Organigramme générale d'Algérie Télécom

Le Tableau II.1 explique les abréviations des codes qui se trouvent dans l'organigramme.

Tableau II.1 : Légende des codes

PDG	Président Directeur Général
DAGL	Direction d'Approvisionnement et Gestion de la Logistique
DAI	Direction des Affaires Internationale
DCSI	Direction Centrale de la Sécurité Interne
DDRT	Division Développement Réseaux des Télécommunications
DEE	Direction Energie et Environnement
DEP	Direction Etudes et Programmes
DFC	Direction Finance et Comptabilité
DFR	Direction Facturation et Recouvrement
DGA	Directeur Générale Adjoint
DGC	Direction des Grands Comptes
DMAC	Division Marketing et Action Commercial
DP ATHIR	Direction Projet ATHIR
DP FTTX	Direction Project FTTX (Fiber To The x)
DP IDT	Direction Projet IDT (informatisation des télécoms)
DRA	Direction Réseau d'Accès
DRB	Direction Réseau de Base
DREOI	Direction Réseau Entreprise et Offres Intégrées
DRGP	Direction Relation Grand Publique
DRH	Direction des Ressource Humains
DRMS	Direction Réseau Multi Service
DRT	Direction Réseau Transport
DSEI	Direction Systèmes et Equipements Informatique
DSVT	Direction Stratégie et Veille Technologique
DTT	Direction Territorial des Télécoms
MOBILIS	Algérie Télécom Mobile, Filiale du groupe Algérie Télécom
REVSAT	Algérie Télécom Satellite (ATS), Filiale du groupe Algérie Télécom

II.2.7 Départements d'accueils

Algérie Télécom dispose de plusieurs départements d'accueils pour répondre aux besoins variés de ses clients.

- **Direction générale**

C'est la fonction prédominante au sein d'une entreprise. Elle s'applique à définir les choix statistiques de l'entreprise. Elle rassemble, gère et anime les forces et les ressources nécessaires à la réalisation du produit de l'entreprise.

Ses missions sont :

- Régler les difficultés.
- Désigner les principaux responsables de l'entreprise et leurs missions.
- Coordonner les différentes fonctions de l'entreprise.
- Chapeauter les différents services de l'entreprise et contrôler les investissements.

- **Direction finances et comptabilité**

Elle s'intéresse à la gestion des ressources humaines disponible au-sein de l'entreprise et elle a plusieurs fonctions telles que :

- La gestion des affaires générales et sociales.
- La prise en charge juridique des employés, la résolution des litiges et l'amélioration des conditions de travail.
- La sécurité sociale.

- **Département commerciale**

Le département commercial se situe au point d'interface entre l'entreprise et ses marchés, il a un grand rôle à jouer dans le développement de l'entreprise, celui de locomotive, c'est lui qui :

- Met en œuvre la stratégie de l'entreprise sur le terrain.
- Doit trouver un équilibre entre les contraintes financières et les attentes du client.
- L'animation des négociations commerciales avec les clients.
- La détermination de la politique des prix.
- Programmer les commandes.
- La facturation.
- Assurer des bonnes relations avec les clients.

- **Département technique**

Le département technique joue un rôle essentiel dans le bon fonctionnement et la maintenance des infrastructures de télécommunications, en assurant diverses responsabilités clés, tels que :

- Gestion, installation et configuration des équipements de télécommunications.
- Surveillance et résolution des pannes et des problèmes techniques liés aux réseaux.
- Tests, diagnostics et réparations pour assurer la continuité des services.
- Déploiement de nouvelles technologies et de mises à jour pour améliorer les performances des réseaux.
- Suivi des tendances technologiques et évaluation des nouvelles solutions.
- Mise en œuvre de projets d'innovation pour maintenir la compétitivité d'Algérie Télécom.

II.2.8 Département d'accueil

Le département d'accueil de notre stage pratique de fin d'étude est le Centre de maintenance et de production (CMP) d'Algérie Télécom, qui nous a permis d'acquérir une expérience concrète dans le domaine des télécommunications en générale, et dans le domaine de la fibre optique en particulier.

- **Centre de maintenance et de production**

Le centre de maintenance et de production (CMP) d'Algérie Télécom est un centre technique spécialisé dans la fibre optique. Sa principale mission consiste à gérer l'installation de nouvelles lignes à fibre optique et à moderniser les lignes ADSL existantes en lignes à fibre optique. De plus, il joue un rôle essentiel dans la maintenance des équipements optiques, assurant ainsi le bon fonctionnement et la performance des réseaux de fibre optique en Algérie.

- **Rôle**

Le Centre de maintenance et de production (CMP) d'Algérie Télécom occupe un rôle central dans le domaine de la fibre optique en Algérie, assurant la gestion et la maintenance des infrastructures essentielles à la connectivité haut débit.

Voici quelques-uns des objectifs spécifiques du CMP d'Algérie Télécom :

- Installation de nouvelles lignes à fibre optique : Le CMP vise à étendre le réseau de fibre optique en installant de nouvelles lignes dans les régions ciblées, offrant ainsi une connectivité haut débit plus rapide et fiable.

- Modernisation des lignes ADSL en lignes à fibre optique : L'objectif est de migrer progressivement les anciennes lignes ADSL vers des lignes à fibre optique, permettant aux utilisateurs de bénéficier d'une meilleure qualité de connexion et de profiter pleinement des services numériques avancés.
- Maintenance des équipements optiques : Le CMP s'engage à assurer la maintenance régulière des équipements optiques, tels que les câbles, les connecteurs et les équipements de transmission, afin de garantir un fonctionnement optimal du réseau de fibre optique.
- Amélioration de la qualité de service : Le centre vise à améliorer continuellement la qualité de service offerte aux clients en assurant des délais de réponse rapides en cas de pannes ou de problèmes techniques liés à la fibre optique.
- Optimisation des performances du réseau : L'objectif est d'optimiser les performances du réseau de fibre optique en surveillant et en analysant les données, en identifiant les goulots d'étranglement et en mettant en œuvre des solutions pour améliorer l'efficacité et la fiabilité du réseau.
- Formation et développement des compétences : Le CMP vise à fournir une formation continue à son personnel, en veillant à ce qu'ils restent à jour avec les dernières technologies et les meilleures pratiques de gestion de la fibre optique.

II.3 Technologie GPON

II.3.1 Définition

GPON est la dernière génération de normes d'accès optiques passives à large bande basés sur la norme ITU-TG.X. GPON a une bande passante plus élevée, des taux de transmission de données plus rapides, une distance de transmission plus longue et divers types interface. La plupart des FAI (fournisseur d'accès internet) la considèrent comme la technologie idéale pour une transformation complète des services réseau [36].

II.3.2 Equipements

Un terminal de ligne optique (OLT), des coupleurs à fibre optique et un terminal de réseau optique (ONT) sont les trois composants principaux du réseau d'accès FTTH GPON [36].

La Figure II.3 permet de visualiser les équipements du réseau d'accès FTTH GPON.

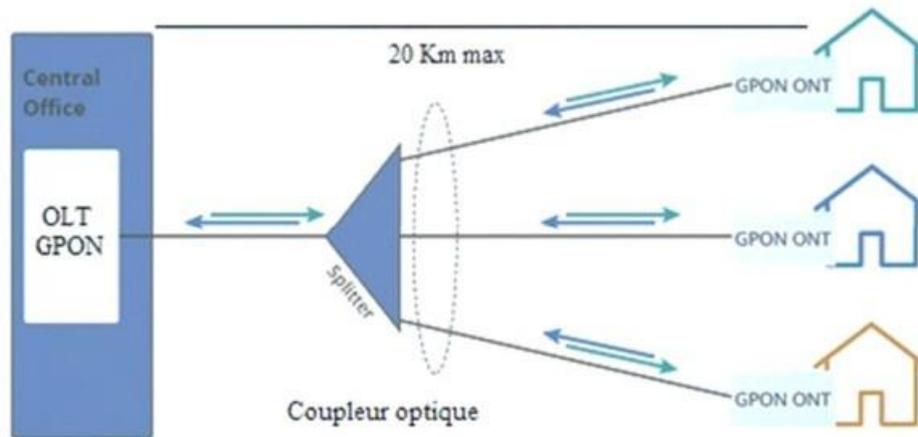


Figure II.3 : Equipements du réseau d'accès GPON FTTH [36]

- **Terminal de Ligne Optique (OLT)**

L'OLT est le point de départ du réseau optique passif, qui est connecté à un commutateur central par des câbles Ethernet. La fonction principale de l'OLT est de convertir, traiter et transmettre des signaux pour le réseau GPON et de coordonner le multiplexage des terminaux du réseau optique pour la transmission partagée en amont. La distance de transmission maximale est de 20 km.

- **Coupleur optique (Splitter)**

Le splitter de fibre optique divise la puissance du signal. C'est-à-dire que chaque lien de fibre entrant dans le splitter peut-être diviser en un nombre donné de fibres quittant le splitter. Généralement, trois niveaux de fibres ou plus correspondent à deux niveaux de splitter ou plus. Cela permet à de nombreux utilisateurs de partager chaque fibre.

- **Terminal de Réseau Optique (ONT)**

L'ONT est déployé dans les établissements du client. Il est connecté à l'OLT au moyen d'une fibre optique et n'a aucun élément actif présent dans la liaison. Dans GPON, l'émetteur-récepteur de l'ONT est la connexion physique qui relie le client et l'OLT du bureau central [35].

II.3.3 Architecture

Avec une topologie en arborescence, GPON maximise la couverture avec un minimum de fractionnement du réseau, réduisant ainsi la puissance optique. Un réseau d'accès FTTH comprend cinq zones : une zone centrale, une zone de bureau centrale, une zone d'alimentation, une zone de distribution et une zone d'utilisateur [37].

- **Réseau Central**

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

- **Bureau Central**

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

- **Réseau d'Alimentation**

La zone d'alimentation s'étend de l'ODF dans le bureau central aux points de distribution. Ces points sont généralement des boîtes de jonction situées dans la rue, appelés SRO, où se trouvent les splitters de niveau 1. Le câble d'alimentation est connecté en tant que topologie en anneau à partir d'un port GPON et se termine sur un autre port GPON, comme indiqué dans la figure II.2 pour assurer une protection de type B.

- **Réseau de distribution**

Le câble de distribution relie le splitter de niveau 1 à l'intérieur du SRO au splitter de niveau 2 situé dans le PBO.

- **Zone d'utilisateur**

Dans la zone d'utilisateur, des câbles de dérivation sont utilisés pour connecter le splitter de niveau 2 à l'intérieur du PBO aux installations de l'abonné PTO.

La figure II.4 montre l'architecture du réseau FTTH GPON.

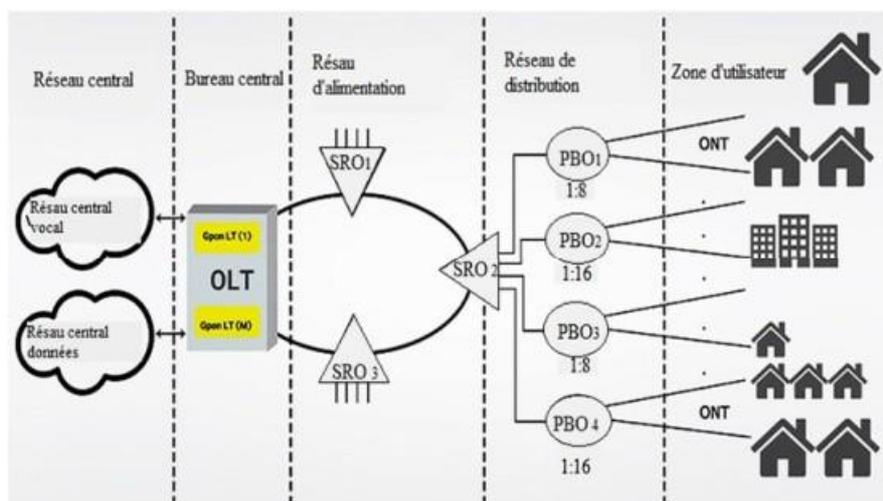


Figure II.4 : Architecture du réseau d'accès FTTH GPON [37]

II.3.4 Topologies

Il existe de nombreuses topologies GPON de base, telles que l'arbre, le bus et l'anneau.

- **Topologie en arbre**

L'arbre est la topologie la plus couramment utilisée dans les réseaux d'accès par fibre optique. En particulier, l'arbre avec un seul point de division est prévalent pour GPON. Il utilise une fibre unique de l'OLT à un nœud distant, qui est un point de division intermédiaire. A partir de ce point de séparation, une fibre séparée est allouée à chaque ONT connecté au réseau. Le principal avantage de cette topologie est que la division n'est effectuée qu'en un seul point ; il est donc simple d'adopter tous les ONT pour avoir un budget optique similaire qui signifie qu'elles transmettent ou reçoivent toutes approximativement la même puissance et qualité du signal optique [38]

- **Topologie en bus**

Chaque ONT est connecté à un coupleur de prise qui peut extraire une partie de la puissance envoyée par l'OLT. Elle peut être considérée comme un cas particulier de topologie en arbre.

Cependant, le problème est que les signaux des ONTs, qui doivent passer par plusieurs coupleurs de prises, sont dégradés et faibles. Ainsi, le nombre d'ONT pouvant être connectés au bus GPON est limité. En outre, il n'est pas facile d'appliquer un schéma de protection rentable à la topologie en bus [38].

- **Topologie en anneau**

Dans la topologie en anneau, il y a deux façons possibles d'atteindre l'OLT par chaque ONT. Par conséquent, en cas de coupure de la fibre, il est toujours possible d'établir et de maintenir la connexion. Cependant, la topologie en anneau présente le même inconvénient que le bus en termes de budget optique. Lorsque le signal optique passe par plusieurs coupleurs, il se dégrade et s'atténue [37].

II.3.5 La norme GPON (ITU-T G.984)

La norme GPON est un protocole de 2ème génération des PON édité par l'ITU-T comme norme de recommandation G.984. La liste suivante répertorie les recommandations liées au GPON :

- UIT-T G.984.1: Caractéristiques générales, décrivant les caractéristiques de base du GPON et les principaux modes de protection.

- UIT-T G.984.2: Spécification de la couche dépendante du support physique, décrivant les paramètres GPON de la couche physique tels que les paramètres physiques des modules optiques, y compris la puissance optique d'émission, la sensibilité de réception et la puissance de surcharge. De plus, différents niveaux de budgets de puissance optique tels que la classe B+ sont définis dans cette recommandation.
- UIT-T G.984.3: Spécification de la couche de convergence de transmission, décrivant les protocoles GPO
- UIT-T G.984.4: Spécification de l'interface de gestion et de contrôle ONT, décrivant les protocoles de gestion et de maintenance GPON, y compris les protocoles OAM, PLOAM et OMCI.
- UIT-T G.984.5: Bande d'amélioration, décrivant la planification des longueurs d'onde GPON, en particulier les bandes de longueurs d'onde réservées réservées au PON de prochaine génération.
- UIT-T G.984.6: Extension de portée, décrivant plusieurs solutions PON à longue portée pour prolonger la distance de transmission GPON [35].

II.3.6 Avantages

L'utilisation de réseaux d'accès local GPON à large bande présente de nombreux avantages, notamment :

- Grâce à l'architecture point à multipoint au lieu de faire passer une ligne de fibre séparée de la centrale à chaque client. Utilise un seul brin de fibre pour desservir jusqu'à 64 abonnés.
- Il utilise des fibres optiques, ce qui permet d'obtenir une bande passante élevée et d'atteindre de plus grandes distances.
- Équipement à faible coût par abonné.
- Prend en charge une large gamme d'applications, y compris le Triple Play (voix, vidéo et données) sur une seule fibre.
- Offre une large bande passante à haut débit permettant une plus grande flexibilité pour l'ajout de services futurs.
- Permet des connexions en fibre optique jusqu'à 20 km entre l'OLT et l'ONT.

II.3.7 Inconvénients

- L'inconvénient majeur du réseau GPON est sa plage de couverture limitée en raison de la force du signal. Comparé au réseau optique actif (AON) qui peut atteindre environ 100 km

le réseau GPON est généralement restreint à des câbles à fibre optique d'une longueur maximale de 20km.

- Taux de fractionnement : limité par la perte de chemin, PON avec séparateurs passifs (fractionnement à 16, 32 ou 64 voies)
- Débit : 1,24416 Gigabits/s en hausse, 2,48832 Gigabits/s en baisse [38].

II.3.8 Module SFP GPON

SFP GPON est un type de transceiver optique utilisé dans un système GPON, conforme à la norme ITU-T G.984.2. Il s'agit d'un module bidirectionnel doté d'une prise SC et fonctionnant sur un câble à fibre optique monomode simplex. Un module SFP GPON transmet et reçoit des signaux de différentes longueurs d'onde entre l'OLT côté office central et la terminaison ONT au côté des utilisateurs finaux.

Les SFP GPON sont classées en deux catégories selon les périphériques avec lesquels ils sont utilisés SFP OLT GPON et SFP ONT GPON. Il existe des SFP GPON de classe B+ et de classe C+. Leurs principales différences sont la puissance d'émission et la sensibilité de réception. On trouvera dans le tableau II.1 leur sensibilité de réception et leur puissance d'émission [35].

Tableau II.2 : Types de module de transceiver [35]

Type de module de transceiver	Classe B+		Class C+	
	Puissance Tx	Sensibilité de réception maximale	Puissance Tx	Sensibilité de réception maximale
GPON OLT SFP	1.5-5 dBm	-28 dBm	3-7 dBm	-32 dBm
Longueur d'onde de fonctionnement du SFP OLT	1480-1500 nm	1260-1360 nm	1480-1500 nm	1290-1330 nm
SFP ONT GPON	0.5-5 dBm	-27 dBm	0.5-5 dBm	-30 dBm
Longueur d'onde de fonctionnement du SFP ONT	1260-1360 nm	1480-1500 nm	1290-1330 nm	1480-1500 nm

Les Figures II.5 et II.6 montrent les types du module SFP GPON



Figure II.5 : Module SFP GPON B+ [35]



Figure II.6 : Module SFP GPON C+ [35].

- **Avantages**

L'utilisation de SFP GPON est considérée comme une solution plus pratique et plus économique pour les clients finaux. Ce qui réduit également le nombre de périphériques requis par le fournisseur d'accès Internet FAI.

Le SFP GPON récemment utilisé est de plus petite taille et intègre le service triple Play, avec une consommation inférieure [35].

- **Inconvénients**

Le module SFP GPON peut être coûteux à mettre en place et présente une capacité limitée en termes de bande passante, ce qui peut entraîner des performances réduites et une répartition inégale de la bande passante entre les utilisateurs.

II.4 Conclusion

Ce chapitre nous a fourni une vision d'ensemble approfondie d'Algérie Télécom, mettant en évidence sa structure organisationnelle et le département d'accueil dont on a effectué notre stage pratique. De plus, nous avons exploré la technologie GPON et ses composants clés, soulignant ses avantages et inconvénients. Cette analyse approfondie prépare le terrain pour

les chapitres suivants, où nous explorerons plus en détail ces sujets et leurs implications dans le domaine des télécommunications en Algérie.

Chapitre III : Etude et configuration du réseau FTTH GPON

III.1 Introduction

La réalisation de réseau de desserte en FTTH GPON demande un investissement très important ce qui nécessite préalablement la réalisation des études avant-projet sommaire (APS) et avant-projet détaillé (APD) [41].

Dans ce chapitre, nous explorerons en détail le principe et l'architecture du réseau FTTH GPON d'Algérie Télécom. Nous commencerons par présenter la zone d'étude où ce réseau est déployé, suivi d'un dimensionnement des infrastructures Optiques et du choix des composants. Nous discuterons également de la connectique optique et du bilan optique entre l'OLT et l'ONT. Enfin, nous aborderons la configuration des équipements actifs, en utilisant le logiciel AMS 5520 GUI.

III.2 Principe et architecture du réseau FTTH GPON d'Algérie Télécom

L'architecture FTTH qui a été retenue par Algérie télécom est une architecture GPON, qui se compose de trois parties :

- Transport : Il s'agit de la connexion entre NRO et FDT(SRO) par un ou plusieurs câbles à 72 fibres optiques.
- Distribution : Il s'agit de la connexion entre FDT(SRO) et PBO par 72 câbles à fibres optiques.
- Branchement : C'est la connexion entre le PBO et le PTO au moyen d'un seul câble à fibre optique.

La Figure III.1 permet de visualiser le principe et les différents types de réseau FTTH GPON.

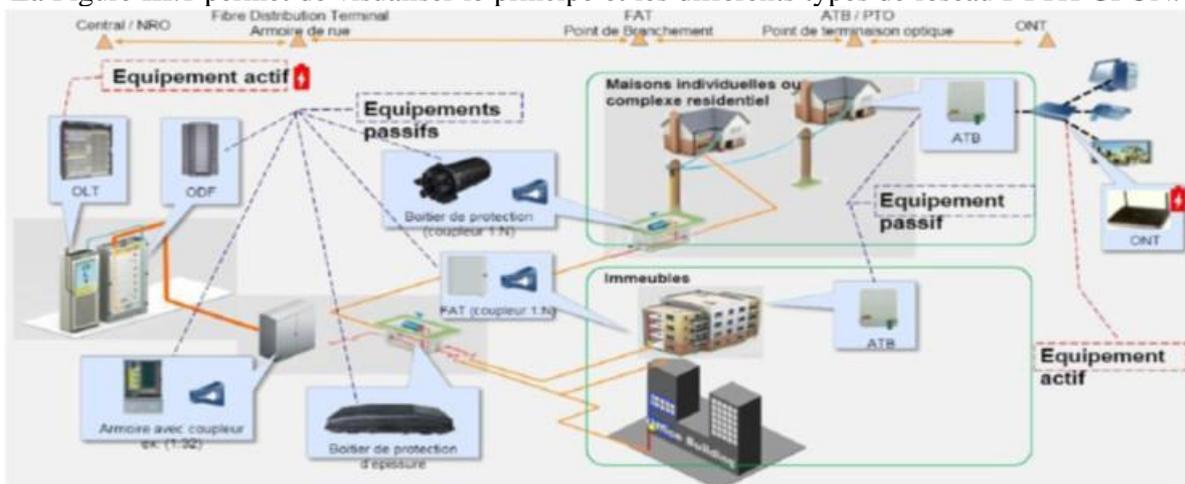


Figure III.1 : Schéma global de solution FTTH adoptée [42]

III.3 Présentation de la zone d'étude

La Figure III.2 donne la représentation graphique de la zone d'étude (la nouvelle cite 3200 lots AADL Ighzer Ouzarif à Oued-Ghir, Bejaia) sous Google EARTH.



Figure III.2 : Représentation géographique de la zone d'étude

III.4 Dimensionnement des infrastructures optiques

Le dimensionnement des réseaux en fibre optique comprend le dimensionnement des différents nœuds (NRO, SRO, BPE, PBO) des liaisons de transport et de distribution entre ces nœuds.

Le dimensionnement se fera dans le sens montant du réseau c'est-à-dire en partant des équivalents logements (abonnées) vers le SRO.

III.4.1 Réseaux de branchement

C'est une liaison entre PBO et PTO. Une première étape qui est le pointage permet de déterminer et de localiser les équivalents logements en suite vient l'étape qui consiste à faire le zonage afin de positionner le PBO.

- **Pointage**

Cette étape est primordiale dans le processus de planification du réseau d'accès très haut débit à base de fibre optiques. Elle consiste à identifier sur un fond de plan le nombre d'équivalents logements. Dans chaque immeuble on déduit le potentiel de clients GPON pour chaque adresse. Cela permet de définir les besoins de la zone à desservir et d'identifier les contraintes pour la mise en œuvre du projet de desserte en FTTH [43].

Le pointage des habitations de cette zone consiste à déterminer le type et le nombre d'équivalents logements, cette étape permet de déduire le nombre de clients à raccorder.

Dans notre étude le nombre équivalent logements est de trois mille quatre cent cinquante-six qui a été obtenu en faisant la somme des équivalents de chaque maison. Un logement de type résidentiel ou professionnel a un seul équivalent logement pour habitation de type collectif. Le nombre d'équivalent logement est obtenu approximativement suivant le nombre de niveau et le nombre d'appartement par niveau (voire l'annexe A).

- **Zonage**

Avec une fibre optique dédiée à chaque équivalent logement, le nombre de prises à raccorder est de trois mille quatre cent cinquante-six au total.

Le raccordement des trois milles quatre cent cinquante-six prises PTO nécessite cent deux PBO8 et cent soixante-huit PBO16. Ces nombres ont été obtenus en faisant un compte des PBO (voir l'annexe A).

III.4.2 Réseau de distribution

Le réseau de desserte est la liaison entre sous répartiteur optique et point de branchement optique. Les PBOs sont positionnés au plus proche des habitations et à partir desquels sont réalisées le raccordement d'abonnés. Il est constitué de deux sous parties :

- Le réseau de distribution D1 (SRO-BPE)

- Le réseau de distribution D2 (BPE-PBO)

- **Dimensionnement des câbles FO en distribution D1**

Le segment de distribution, qui relie le SRO aux PBO, doit être dimensionné pour raccorder la totalité des coupleurs. Il convient de tenir compte du surdimensionnement nécessaire le long des tracés concernés.

Cette surcapacité doit être tenue en compte selon les zones à desservir. Dans le cas de l'évolution de l'habitat, une surcapacité d'au moins 20% sur le segment de réseau de distribution D1 doit être prévue [41].

Ainsi, les tracés de câbles à fibre optique devront être réalisés sur l'ensemble de la zone à étudier en partant de l'extrémité de desserte D1 en remontant vers le SRO. On détermine aussi pour chacun des BPE, les besoins en modules à prendre en compte pour les câbles de la distribution D1.

La Figure III.3 décrit la manière à adopter en distribution D1 avec la méthode du piquage en ligne.

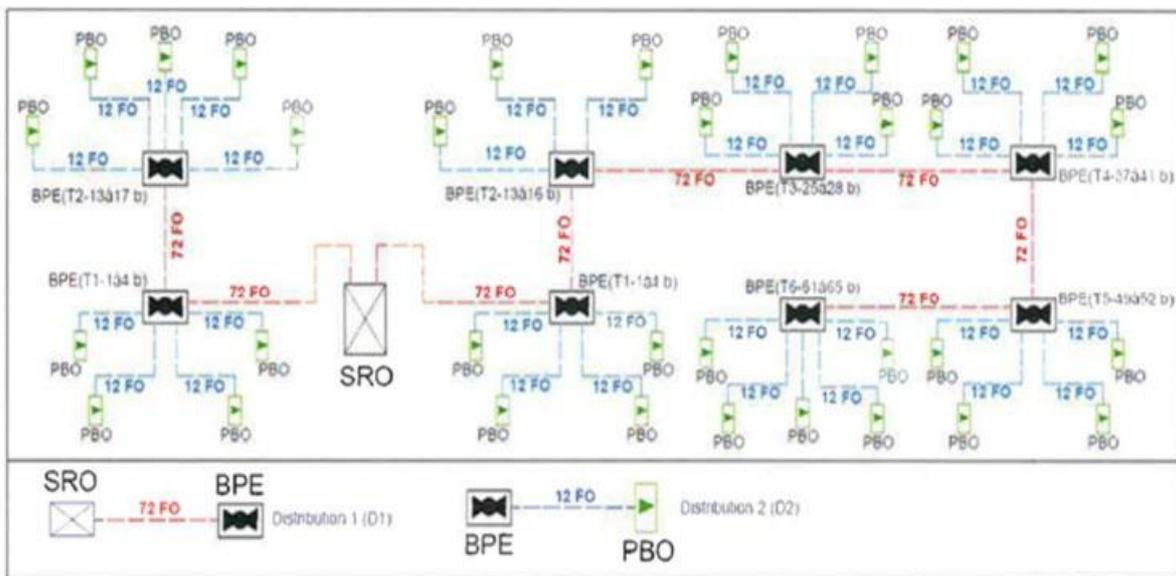


Figure III.3 : Schéma synoptique du câble FO en distribution D1 [41]

- **Dimensionnement des câbles FO en distribution D2**

Les immeubles dans un lot déterminé seront desservis via un seul câble de distribution D2. Ce dernier est de capacité 12FO de type central à partir d'un BPE qui sera prévu au niveau d'une chambre de distribution réservée à cet effet.

Ce câble permettra d'alimenter tous les PBO dans l'immeuble par piquage à raison d'une fibre pour le PBO8 et deux fibres pour le PBO16. Ces fibres permettront d'alimenter les coupleurs de niveau N2.

Les locaux commerciaux seront raccordés via des PBO qui leur sont dédiés et seront installés sur façade.

La Figure III.4 représente une desserte en immeuble.

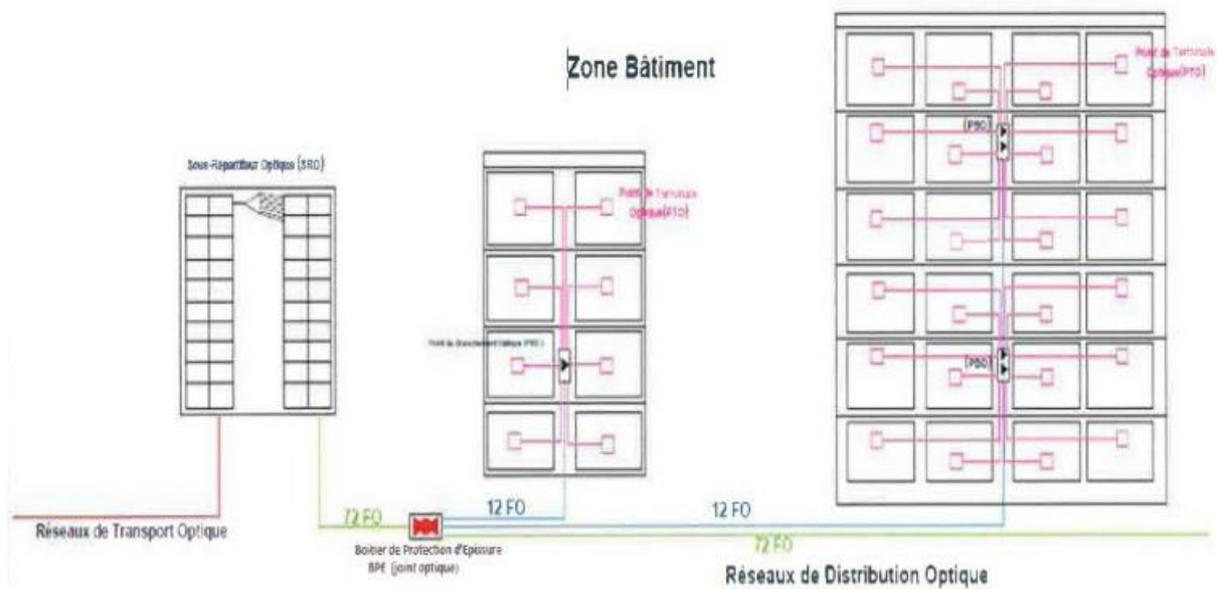


Figure III.4 : Desserte en immeuble [41]

III.4.3 Réseau de transport

La partie qui relie l'OLT au SRO devrait être dimensionnée pour permettre d'allumer tous les coupleurs N1, (logés dans les SRO) avec une réserve en fibre suffisante pour prendre en charge les futures extensions.

III.5 Choix des équipements optiques

Les principaux équipements du réseau FTTH de tout opérateur de télécommunication comprennent l'OLT, SRO, PBO, PTO, et les coupleurs. Tous ces derniers sont les éléments principaux pour construire un réseau FTTH GPON.

III.5.1 Terminal de ligne optique (OLT)

Le terminal de ligne optique est l'élément principal de réseau. Il est généralement placé dans le bureau central du réseau de l'opérateur. C'est l'interface entre le réseau passif et les éléments actifs de l'opérateur.

Il contient les cartes GPON, chaque carte contient 16 ports et chaque port peut aller jusqu'à 64 abonnés. Ces cartes sont connectées avec deux brins, l'un pour l'émission TX et l'autre pour la réception RX.

La carte GPON contient 16 modules SFP qui font la transmission et la réception. Le module SFP est composé de :

- Un laser DFB à 1490 nm.
- Un filtre WDM qui fait le multiplexage et la réflexion.
- Une photodiode.

Son principe de fonctionnement est basé sur le fait que la lumière issue du laser à 1490 nm est injectée dans la fibre optique dans le sens descendant en passant par le filtre WDM.

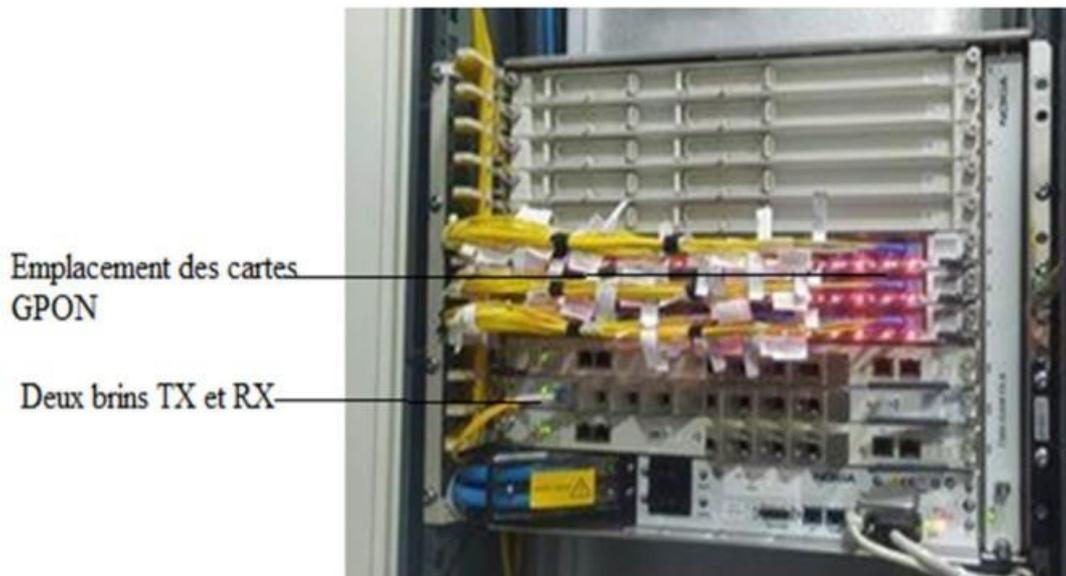
La lumière à 1310 nm provenant des différents ONTs est réfléchi par le filtre WDM et reçue par la photodiode du récepteur de l'OLT.

Le Tableau III.1 présente les différents types d'OLT. Dans notre travail, nous allons utiliser des OLT de type Nokia.

Tableau III.1 : Différents types d'OLT [42]

Fournisseur	Modèle OLT	Nbre Max de Carte GPON Supporté	Nbre de port (Carte de Service GPON)	Capacité d'abonnés MAX
Huawei	MA5800-X2	2	16 Ports	2048
	MA5800-X7	7	16 Ports	7168
	MA5800-X17	17	16 Ports	17408
ZTE	C320	2	16 Ports	2048
	C350	7	16 Ports	7168
	C300	17	16 Ports	17408
NOKIA	ISAM7360-FX8	8	16 Ports	8192

La Figure III.5 montre l'OLT NOKIA 7360 ISAM FX-8.

**Figure III.5:** OLT NOKIA 7360 ISAM FX-8

III.5.2 Répartiteur optique (ODF)

L'ODF contient des boîtiers, chaque boîtier de 6 cassettes pour chacun. Ces cassettes sont connectées aux cartes GPON à travers ses 12 ports. Ces derniers sont soudés avec les 12 fibres du toron qui est destiné à SRO.

L'armoire optique passive doit être installée au niveau de NRO. Le raccordement entre OLT et cette armoire se fait alors avec des jarretières optiques.

On envoie un ou plusieurs torons à chaque SRO selon le besoin et la capacité du SRO.

Les types d'ODFs sont cités dans le Tableau III.2.

Tableau III.2 : Types d'ODFs [42]

Types d'ODFs	Taille (capacités FO)
ODF de grandes capacités	576
ODF de petites capacités	288

Les Figures III.6, III.7 et III.8 représentent les équipements du NRO.



Figure III.6 : ODF (Algérie télécom)



Figure III.7 : ODF 288



Figure III.8 : Raccordement entre l'OLT et l'ODF

III.5.3 Boitier de protection d'épissure (BPE)

Le boitier de protection d'épissure a pour rôle d'optimiser et apporter de la flexibilité au réseau FTTH. Il est placé dans une chambre et permet d'éclater un câble de transport vers plusieurs câbles pour desservir soit plusieurs sous répartiteur SRO (partie distribution D1) ou bien des points de branchement PBO (partie distribution D2).

Les différents types de BPE sont désignés sur le Tableau III.3.

Tableau III.3 : Différents types de BPE [42]

	Type de boitier	Nbre de cassettes	Nbre minimal entrées/sorties	Nbre max entrées/sorties
Type 1	24 FO	2	6	6
Type 2	48 FO	4	6	6
Type 3	72 FO	6	6	6

La Figure III.9 illustre le BPE (Boitier de protection d'épissure).



Figure III.9 : Boitier de protection d'épissure (BPE)

III.5.4 Sous répartiteur optique (SRO)

Les sous répartiteurs optiques sont des points de brassages intermédiaires entre le réseau de transport et le réseau de distribution. Ce sont des armoires situées dans la rue qui doivent être placés sur le plan entre le NRO et les PBO.

Les torons viennent de l'OLT via l'infrastructure du génie civil souterraine passant dans des chambres et des fourreaux jusqu'au SRO. À l'arrivée, on soude les brins de la fibre optique des torons avec les cassettes de la partie transport. Chaque toron avec une cassette, et ces cassettes on les connecte avec des coupleurs via des jarretières optiques.

Chaque port des cassettes de la partie transport est connecté avec un coupleur. Ce dernier, donne 8 sorties à connecter avec les cassettes de la partie distribution.

On distribue un câble ou plusieurs câbles de FO72 ou FO36 aux PBO. Chaque sortie avec un port de cassette.

Dans la partie distribution, on soude les brins des torons utilisés dans PBO avec les brins des cassettes de SRO en respectant le code couleur.

Dans un PBO de 8 abonnés on utilise un seul brin de câbles fibre optique, donc un seul brin de câble transport de l'OLT peut alimenter jusqu'à 8 PBO.

Le Tableau III.4 représente les types des SROs.

Tableau III.4 : Types des SROs [42]

SRO	Capacité max du câble FO	Capacité max du coupleur N1	Capacité du coupleur N2	Nbre max d'abonnés
144	144	12	96	768
288	288	24	192	1536
576	576	32	256	2048

Les Figures III.10, III.11, III.12 et III.13 désignent les différents composants du SRO.



Figure III.10 : Armoire SRO



Figure III.11 : Splitter (1:8)

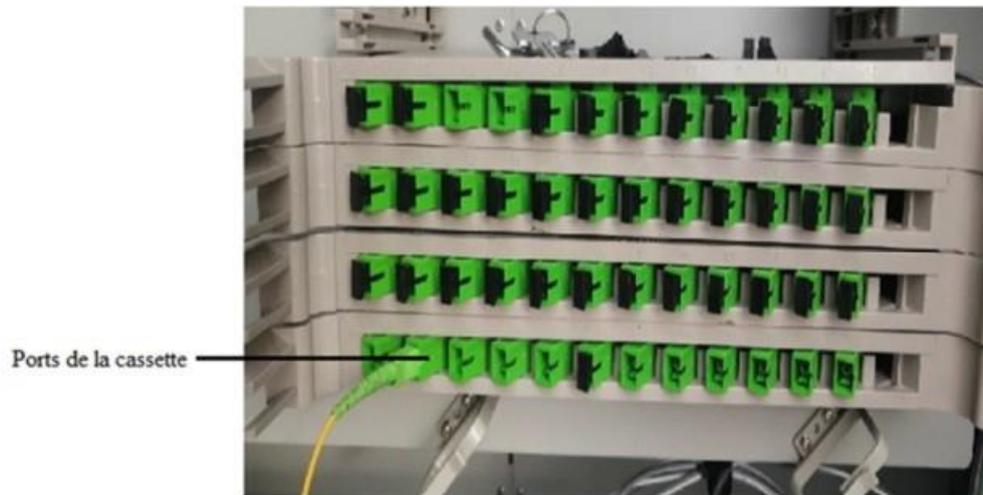


Figure III.12 : Cassette de SRO (partie distribution)

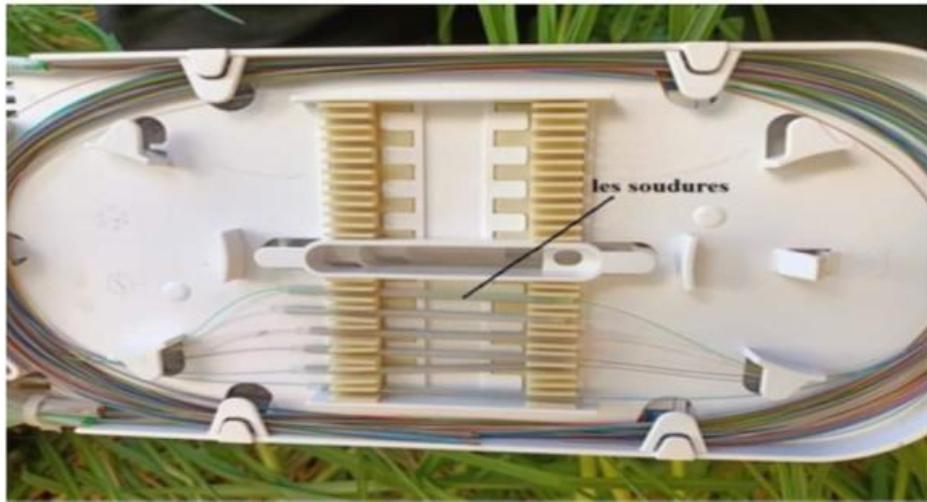


Figure III.13 : Plateau d'épissure de cassette

III.5.5 Point de branchement optique (PBO)

Le PBO ou le boîtier d'étage est un équipement sur lequel sont raccordés les câbles en fibre optique venant du SRO.

Ces boîtiers comportent suffisamment d'entrées de câbles pour pouvoir raccorder 8 ou 16 clients. Il est important lors de l'étude, de positionner les PBO de manière à réduire au maximum la longueur du câble (Voir l'annexe A).

Chaque PBO d'un seul coupleur 1:8 fonctionne avec un seul brin de fibre optique, toute en respectant le code de couleur des torons et des brins. Les brins de câble FO seront rassemblés avec le brin du coupleur par une épissure. Cette dernière a pour objectif d'assurer la continuité des brins.

Les types des PBOs utilisés dans un réseau FTTH sont résumés dans le Tableau III.5.

Tableau III.5 : Type des PBOs [42]

Type de PBO	Taille en FO
PBO intérieur avec un coupleur 1:8	8 et 16
PBO extérieur avec un coupleur 1:16	8 et 16

La Figure III.14 montre un PBO intérieur.



Figure III.14 : PBO intérieur

La Figure III.15 montre la position de coupleur dans le PBO.



Figure III.15 : Coupleur PLC 1:8 prépositionné.

La Figure III.16 montre les composants interne du PBO 1:8.

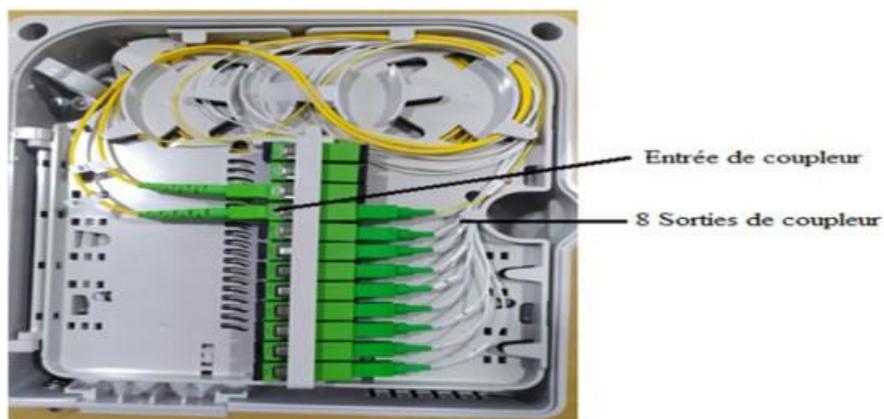


Figure III.16 : Composants interne de PBO 1:8

III.5.6 Point de terminaison optique (PTO)

La prise terminale optique PTO est un boîtier de format 80 x 80mm qui se trouve à l'intérieur du logement. Il relie l'abonné au PBO par un câble de branchement (Drop Câble). Avec une jarretière optique, on branche la PTO et l'ONT.

Le principe de la prise optique est de protéger le câble fibre optique et de réceptionner le signal du câble optique qui a été tiré depuis le PBO et le partager à l'ONT.

La Figure III.17 montre une PTO connecté à un PBO à l'aide d'un Kit de câble d'un seul brin.



Figure III.17 : PTO connecté au PBO par un Kit de câble d'un seul brin

La Figure III.18 représente la prise optique.



Figure III.18 : Prise optique

La Figure III.19 montre le brin de la prise optique.

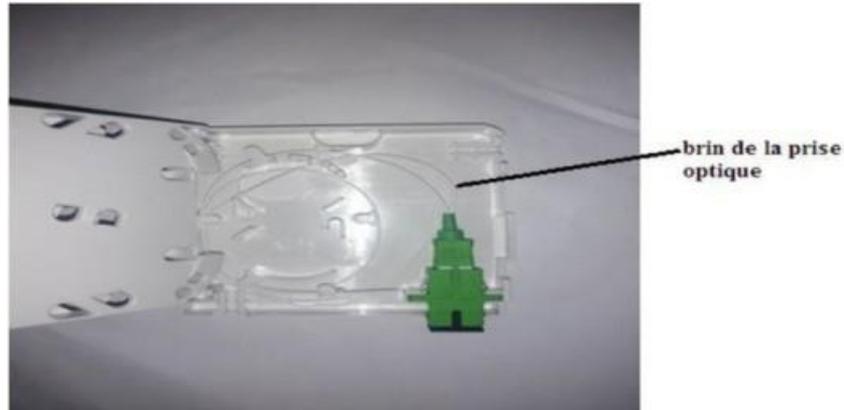


Figure III.19 : Brin de la prise optique

III.5.7 Modem (ONT)

L'ONT transforme le signal lumineux transporté par la fibre optique, en un signal électrique. Il sert comme interface entre protocole FTTH/GPON (côté fibre) et Ethernet / IP (côté réseau privé du client).

La Figure III.20 illustre un modem connecté à une PTO par une jarretière optique.



Figure III.20 : Modem connecté à une PTO par une jarretière optique

La Figure III.21 montre un modem fibre optique face avant.



Figure III.21 : Modem fibre optique face avant

III.5.8 Connectique optique

Le choix d'une bonne connexion optique est crucial pour la bonne mise en œuvre d'un réseau FTTH. Deux technologies de connectique sont aujourd'hui couramment utilisées, les connecteurs optiques et l'épissure.

- **Connecteur optique**

Le connecteur fibre optique ou connecteur optique permet d'aligner et de coupler les fibres optiques pour que la lumière puisse être transmise. En outre, le connecteur se trouve à l'extrémité d'un câble de fibre optique et permet une connexion et une déconnexion rapide de la fibre. Le connecteur doit être soigneusement aligné à la fibre de verre afin que la lumière émise par le câble optique soit le moins possible interrompue. Les plus utilisées sont SC, LC, FC, ST.

- **Connecteur SC** : le connecteur SC (Square Connector) ou connecteur carré est doté d'un diamètre de fêrle Connecteur 2,5mm et fonctionne par encliquetage (couplage push-pull). De profil carré. Son faible coût et sa facilité d'utilisation en font un connecteur très réputé sur le marché.
- **Connecteur LC** : le connecteur LC (Local Connector) possède un diamètre de fêrle deux fois plus petit que celui des connecteurs SC. Il comprend les mêmes propriétés que le connecteur SC tout en étant plus petit. Il peut donc être utilisé dans des endroits plus difficiles d'accès.

- Connecteur FC : le connecteur FC (Ferrule Connector) est utilisé pour les jarretières optiques monomodes. Ce connecteur avec fêrûle 2,5mm possède un embout céramique haut pression. Il tend à être remplacé par des connecteurs SC et LC à cause de la perte de ses vibrations et de sa perte d'insertion.
- Connecteur ST : le connecteur ST (Stik and Turn) est utilisé pour les jarretières optiques multimodes et les applications de bureau, de TV câblée, de téléphonie câblée et d'applications réseau [44].

La Figure III.22 représente les types de connecteurs les plus utilisées.



Figure III.22 : Type de connecteur [44]

- **Epissurage**

Cette technologie de raccordement est basée sur l'utilisation d'une soudure à arc pour souder deux fibres optiques. Avec cette technique, les deux fibres sont couplées en permanence afin que le signal optique puisse circuler entre la fibre sans perte optique comme il est illustré sur la Figure III.23 (voir l'annexe B).

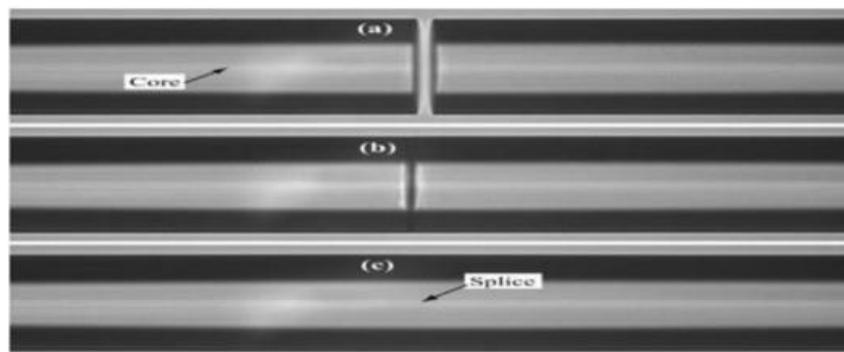


Figure III.23 : Epissure

III.6 Bilan optique entre l'OLT et l'ONT

L'atténuation du signal optique est due à deux phénomènes :

- L'atténuation relative aux caractéristiques du câble optique.
- L'atténuation causée par les connexions (épissure par fusion, épissure mécanique, ODF, FDT, FAT)

Les tableaux III.6 et III.7 représentent l'atténuation du câble et du coupleur (splitter).

Tableau III.6 : Atténuation du câble fibre optique

Nom	Type	Atténuation (dB)
Optique fibre (G : 652 D)	1310 nm pour per 1Km	< 0.35
	1510 nm pour per 1Km	0.21
	1490 nm pour per 1Km	0.23

Tableau III.7 : Atténuation du splitter

Nom	Type	Atténuation
Optical splitter	1:8	<10.6
	1:16	<13.8

Le bilan optique de la liaison étudiée est représenté par la figure III.24

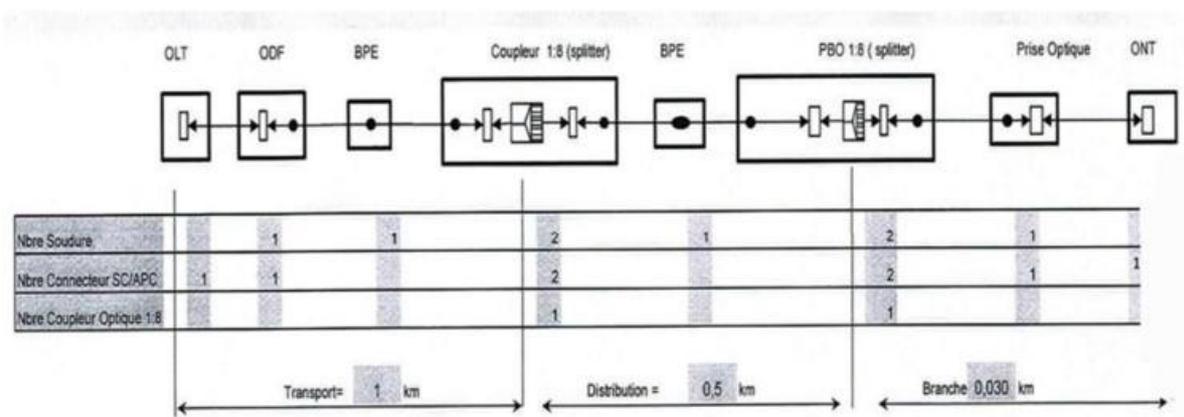


Figure III.24 : Bilan optique de la liaison étudiée (voir l'annexe A)

- Calcul de l'atténuation totale de la liaison :

La loi de l'atténuation totale est donnée par l'expression suivante :

$$Att_{Totale}[dB] = \alpha_{lin}[dB/Km] \times L[Km] + \sum Att_{epi}[dB] + \sum Att_{conn}[dB] + \sum Att_{splitter}[dB] \quad (III.1)$$

Att_{Totale} : L'atténuation totale

Att_{epi} : L'atténuation des épissures

Att_{conn} : L'atténuation des connecteurs

$Att_{splitter}$: L'atténuation des splitters

α_{lin} : L'atténuation du câble

L : La distance parcourue

L'atténuation totale est $Att_{Totale} = 26.48$ dB

Le Tableau III.8 explique les différents détails de calcul de l'atténuation totale de la liaison.

Tableau III.8 : Calcul de l'atténuation totale de la liaison (voir l'annexe A)

No	Designation	Type	Atténuation en (dB)	Nombre	Unité	Perte insertion (dB)
1	Câble FO	Affaiblissement câble FO à 1310 nm	0.38	1.53	Km	0.58
2	Connecteur	Soudure	0.1	8	U	0.80
		Connecteur AC/APC	0.3	8	U	2.40
		Connecteur à montage rapide	0.5	0	U	0.00
3	Coupleur optique	1:8	10.6	2	U	21.20
4	Marge (vieillesissement + main enance)				U	1.50
					TOTAL	26.48

III.7 Configuration des équipements actifs dans un réseau FTTH GPON

Lorsqu'il s'agit d'accéder aux services Internet et VoIP dans un réseau FTTH utilisant la technologie GPON, la configuration des équipements actifs est une étape cruciale. Les équipements actifs, tels que l'OLT et l'ONT, jouent un rôle essentiel dans la fourniture de ces services aux abonnés.

Les services configurés dans notre travail sont : l'Internet et la VoIP.

III.7.1 Internet

L'Internet est un réseau mondial interconnecté qui permet l'échange d'informations, la communication et l'accès à une multitude de ressources et de services en ligne. Il est constitué d'une infrastructure complexe comprenant des câbles, des routeurs, des serveurs et d'autres équipements qui acheminent les données à travers des protocoles de communication standardisés tels que le TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol).

Dans un réseau FTTH GPON, la configuration du service Internet implique plusieurs étapes essentielles. Tout d'abord, la connexion optique entre l'abonné et l'OLT est établie grâce à la fibre optique qui permet une transmission à haut débit. Ensuite, la configuration du service Internet se fait au niveau de l'OLT en définissant des paramètres spécifiques.

III.7.2 VoIP (Voice Over IP)

La VoIP (Voice Over IP), également connue sous le nom de téléphonie sur IP, est un service de communication qui permet de transmettre la voix et d'autres formes de communication audio sur le réseau Internet plutôt que sur des réseaux traditionnels de téléphonie commutés. Elle convertit les signaux vocaux en données numériques, les transmet via des réseaux IP et les convertit à nouveau en signaux vocaux à l'autre extrémité de la communication.

Dans un réseau FTTH GPON, la configuration de la VoIP implique plusieurs étapes importantes. Tout d'abord, il est nécessaire de configurer un équipement appelé ATA (Analog Telephone Adapter) ou un téléphone IP compatible avec le réseau FTTH GPON. Cet équipement permet de connecter les téléphones traditionnels ou les téléphones IP à la ligne de fibre optique du réseau FTTH. Ensuite, la configuration du service VoIP se fait au niveau de l'OLT en définissant des paramètres spécifiques.

III.7.3 Description du logiciel utilisé

AMS 5520 GUI (Access Management System) est un système de gestion d'éléments de nouvelle génération pour la famille de produits d'accès à large bande ISAM (accès DSL et fibre). Solution de gestion à la pointe de la technologie, elle assure les opérations de configuration, de maintenance et de dépannage à distance, en s'appuyant sur une plate-forme de nouvelle génération centrée sur Java et une architecture modulaire. Cela permet une interface utilisateur graphique (GUI) client légère et flexible, permettant une mise sur le marché plus rapide des nouveaux services. En atteignant une convivialité sans précédent, l'interface graphique rend les opérations plus intuitives, réduisant ainsi les besoins de formation des opérateurs. Le système est livré avec un ensemble d'outils de productivité qui simplifient les opérations et réduisent d'avantage les coûts d'exploitation [45].

III.7.4 Interface graphique

La Figure III.25 représente l'interface graphique du logiciel AMS 5520 GUI :

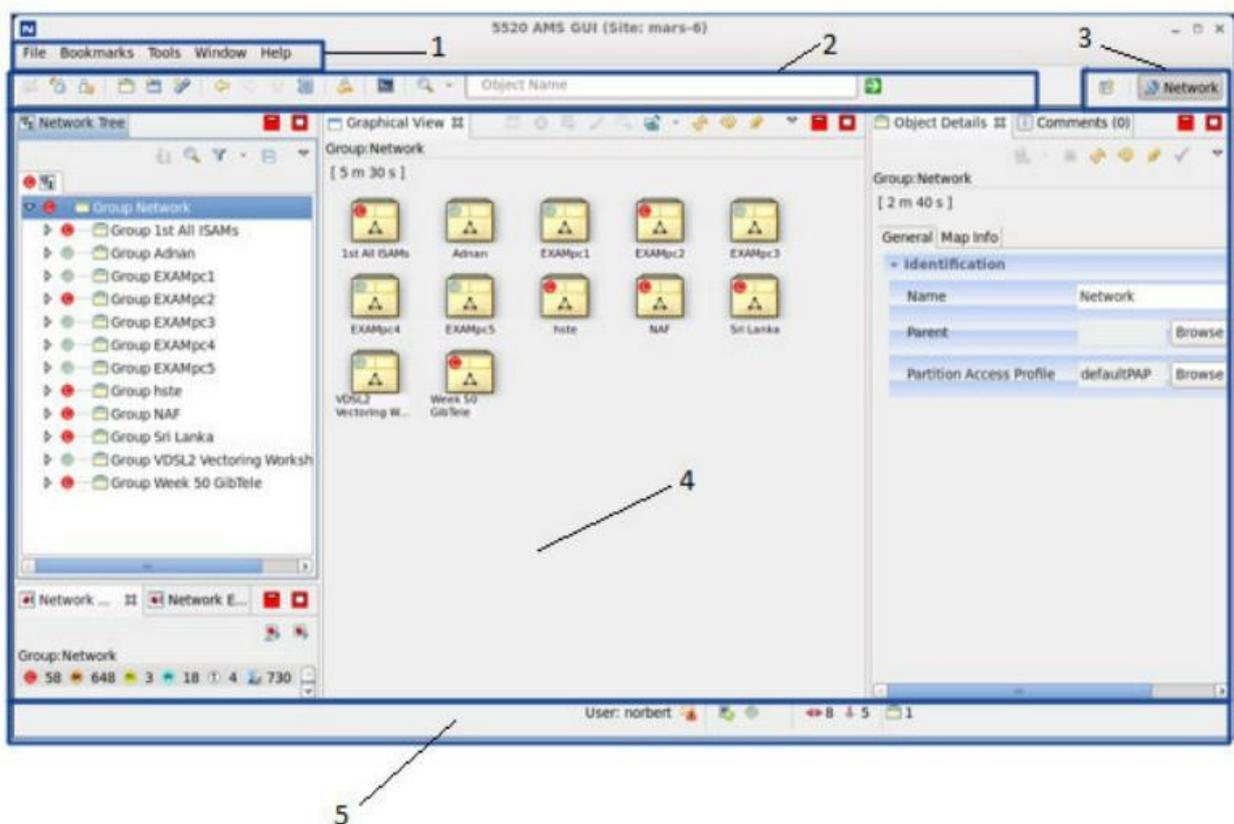


Figure III.25 : Interface graphique du logiciel AMS 5520 GUI

Selon la Figure III.25, l'écran AMS se compose de cinq parties :

- Une barre de menu en haut (1)
- Une barre de navigation en dessous (2)
- Une barre de perspective en haut à droite (3)
- Une perspective AMS au centre (4)
- Une barre d'état en bas de l'écran (5)

III.7.5 Etapes de la configuration des services

La configuration efficace des services Internet et VoIP repose sur la puissante carte OLT FGLT-B, qui joue un rôle central dans l'architecture réseau. Cette carte, offre des fonctionnalités avancées permettant de fournir des services haut débit et de qualité aux abonnés. Pour faciliter la gestion et la configuration de ces services, le logiciel AMS 5520 de Nokia sera utilisé. Avec sa convivialité et ses capacités de contrôle étendues, ce logiciel constitue un outil essentiel pour les opérateurs de télécommunications, leur permettant la configuration, la maintenance et le dépannage à distance, pour optimiser les performances du réseau et de répondre aux besoins évolutifs des utilisateurs.

La Figure III.26 représente l'image de l'OLT dans le logiciel AMS 5520 GUI :

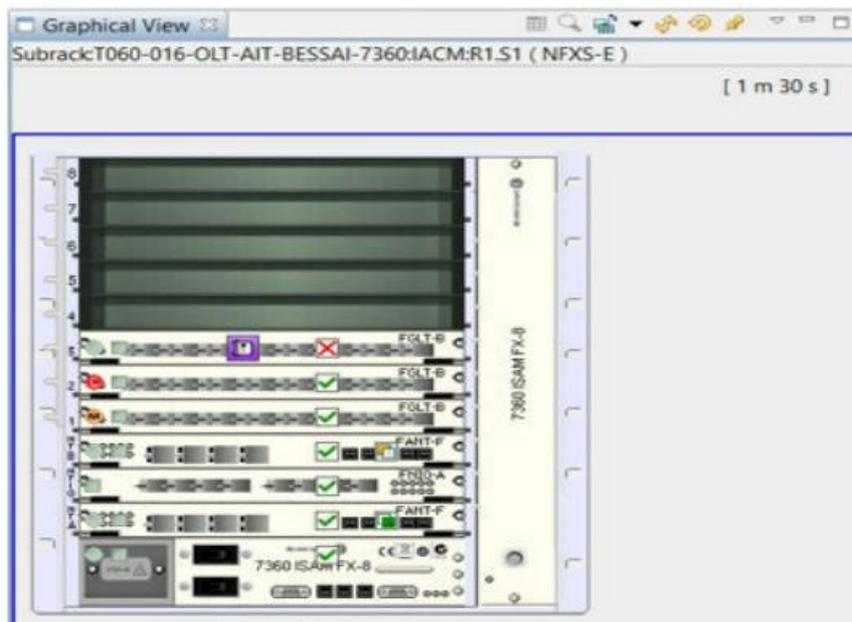


Figure III.26 : OLT sous le logiciel AMS 5520 GUI

Dans le cadre de notre configuration, nous allons procéder à la configuration de la carte OLT insérée dans le Slot 3. La croix rouge indique que les services n'ont pas encore été configurés, tant dit que la marque violette indique que l'utilisateur de l'interface graphique n'a pas encore donné l'autorisation pour configurer la carte OLT.

Tout d'abord, la carte GPON doit être insérée dans le Slot 3, ensuite l'utilisateur, doit effectuer quelques étapes pour donner l'autorisation à la carte de s'afficher sur son interface pour ensuite la configurer.

Les étapes à suivre pour donner une autorisation à la carte de s'afficher sur l'interface graphique sont les suivantes :

- 1- Dans le menu « Network Tree », on clique d'abord sur le nom de notre OLT pour la sélectionner. dans notre cas c'est : « NE T060-016-OLT-AIT-BESSAI-7360 (FX) »
- 2- On clique sur « Rack 1 (ALTR-E) ».
- 3- On clique sur « Subrack 1 (NFXS-E) ».

Ces trois petites étapes sont illustrées dans la Figure III.27:

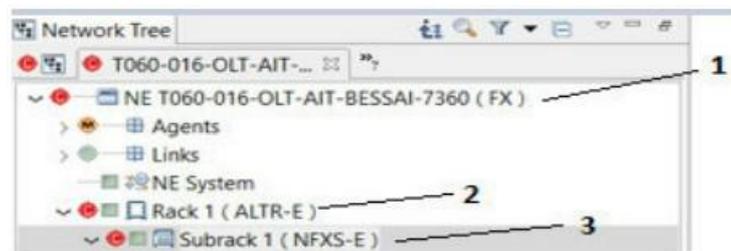


Figure III.27 : Configuration des services (étape 1,2 et 3)

- 4- Après avoir cliquer sur l'étape précédente, une liste de Slot apparaîtra en dessous, on sélectionnera le choix « Slot LT3 () », qui indique que la configuration sera effectuée sur la carte insérée au slot 3. Cette étape est indiquée sur la Figure III.28.

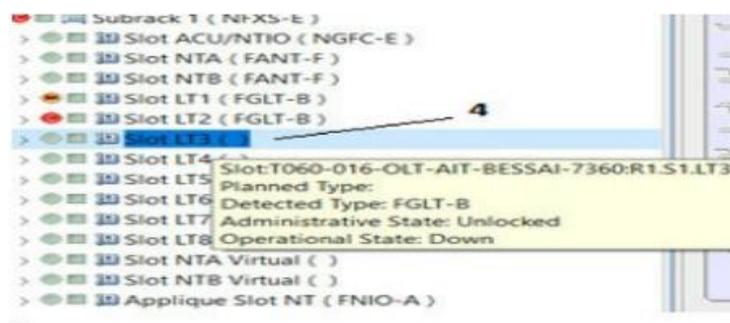


Figure III.28 : Configuration des services (étape 4)

- 5- Après avoir choisi le Slot voulu, on fait un clic droit, puis on appuie sur « Actions ».
 - 6- Un nombre de choix s'affiche, on choisit d'appuyer sur « Plan ».
- Ces deux étapes sont illustrées dans la Figure III.29.

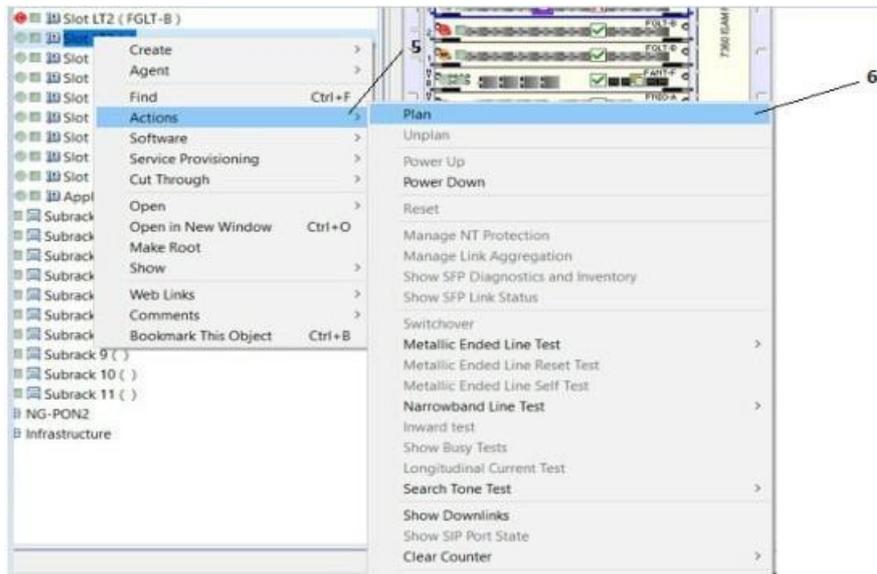


Figure III.29 : Configuration des services (étape 5 et 6)

- 7- Une fenêtre « Plan » s'affiche directement, contenant les informations suivantes : les positions du Rack, Sous-Rack et Slot, le modèle de la carte OLT insérée, et l'état d'alimentation comme le montre la Figure III.30. On clique maintenant sur « Finish ».

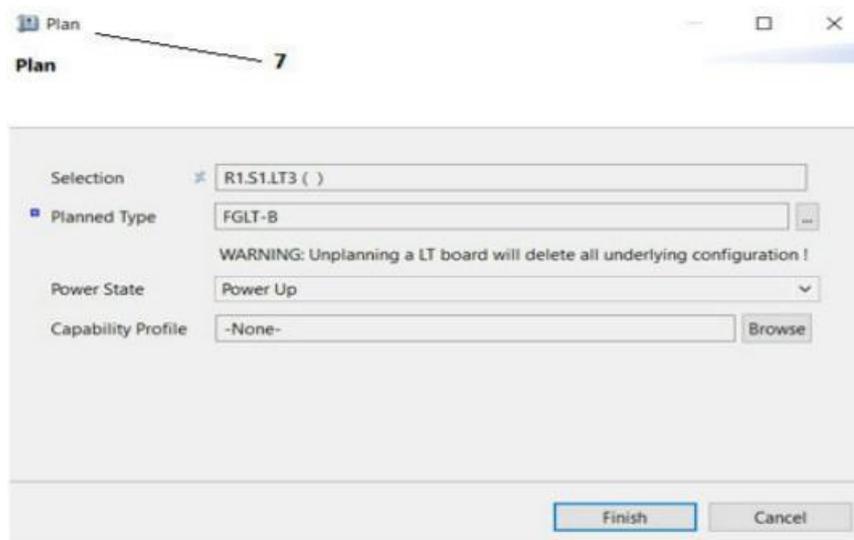


Figure III.30 : Configuration des services (étape 7)

Après avoir donné l'autorisation à la carte GPON de s'afficher sur l'interface graphique de l'utilisateur, on peut maintenant commencer la configuration des services Internet et VoIP.

8- Dans le menu « Network Tree », on clique sur « Infrastructure ».

9- De nombreux choix s'affiche, on clique maintenant sur « Layer 2 ».

10- Après avoir cliqué sur « Layer 2 », de nombreux paramètres réseaux s'affichent, on choisira de cliquer sur « L2 Services ».

Les trois étapes sont illustrées dans la Figure III.31.

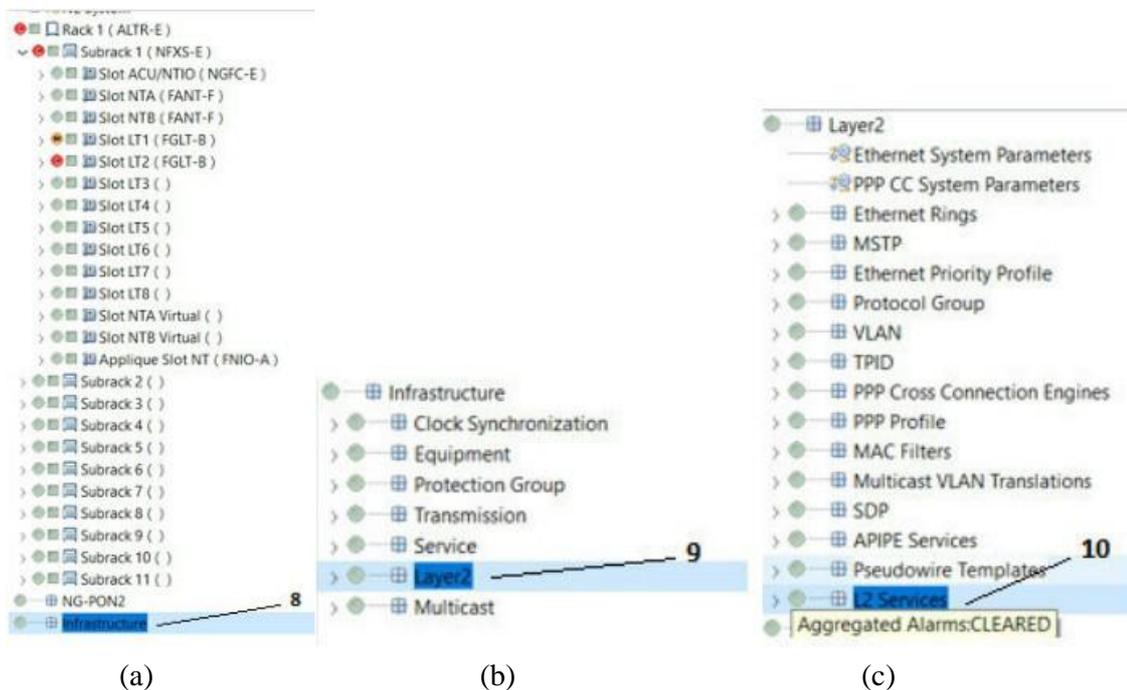


Figure III.31 : Configuration des services (a) : étape 8, (b) : étape 9, (c) : étape 10

11- En appuyant sur « L2 Services », quatre choix apparaissent, avec des chiffres différents. Ces chiffres représentent les Vlan associés à chaque service, comme le montre la Figure III.32.

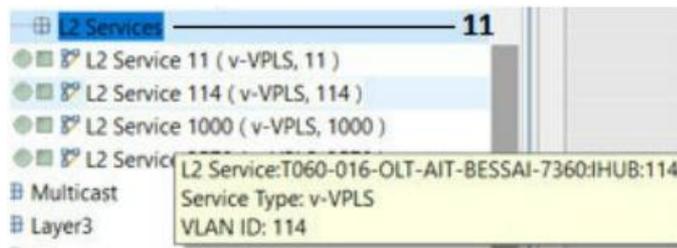


Figure III.32 : Configuration des services (étape 11)

12- On commencera par la configuration du service « Voix », son Vlan associé est le Vlan 114. Ce Vlan est le même utilisé sur tout le territoire national, donc il ne change pas.

Pour configurer le service « Voix », on doit d'abord lier le service « Voix » avec son Vlan associé et pour le faire, on fait un clic droit sur « L2 Service 114 (v-VPLS, 114) », comme le montre la Figure III.33.

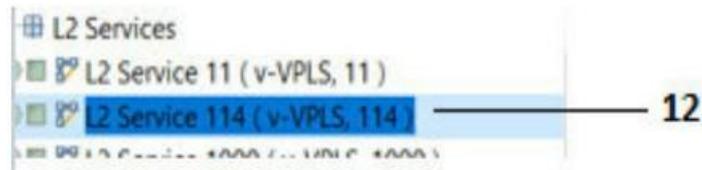


Figure III.33 : Configuration des services (étape 12)

13- Ensuite on clique sur « Create » puis « L2 SAP ». Cette étape est représentée dans la figure III.34.

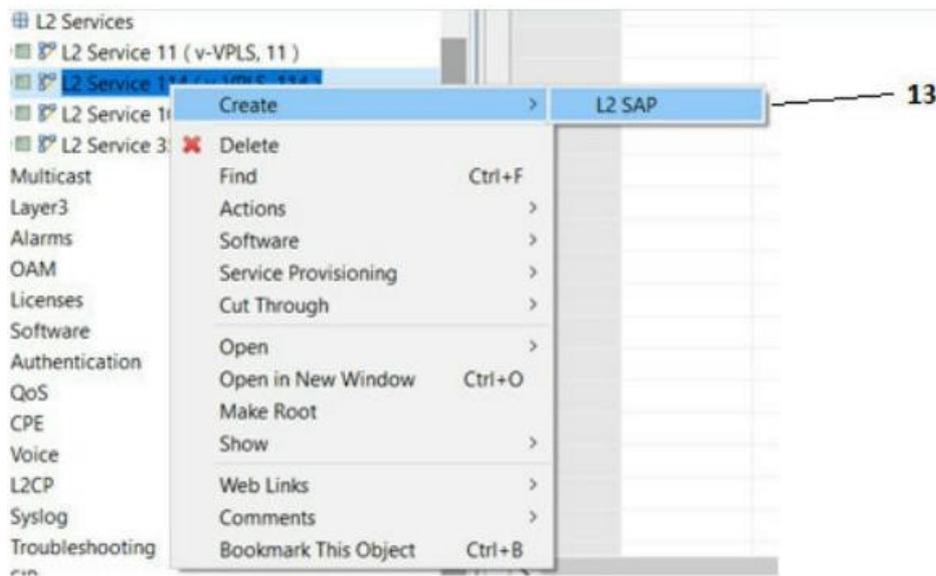


Figure III.34 : Configuration des services (étape 13)

14- Une fenêtre « Create L2 SAP » s'affiche automatiquement, avec quelques paramètres à configurer, comme le montre la figure III.35.

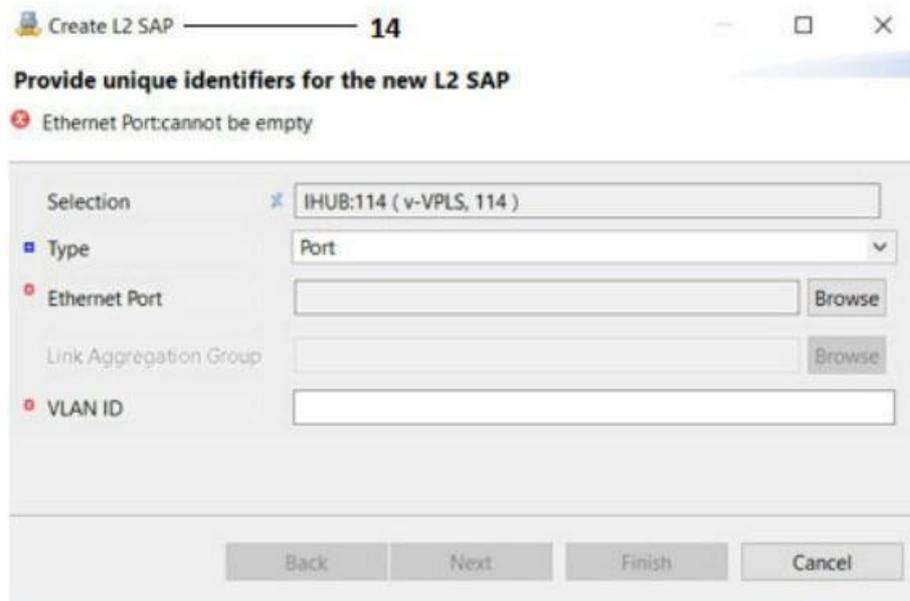


Figure III.35 : Configuration des services (étape 14)

15- Dans le paramètre « Ethernet Port », qui représente le port Ethernet ou on veut relier le service « Voix ». On clique sur « Browse ». Une nouvelle fenêtre « Select Ethernet Port » s'affiche. Cette étape est représentée sur la figure III.36.

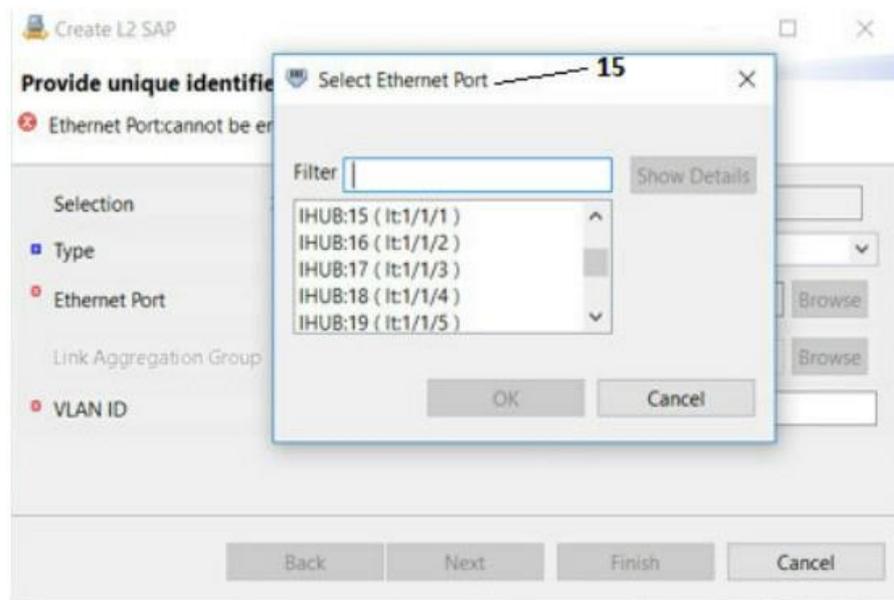


Figure III.36 : Configuration des services (étape 15)

16- Pour le choix du port Ethernet, on choisit le port ou le Slot 3 apparaît. Dans notre cas, c'est le port IHUB :17 (It :1/1/3) et on clique sur « OK ». Cette étape est représentée sur la Figure III.37.

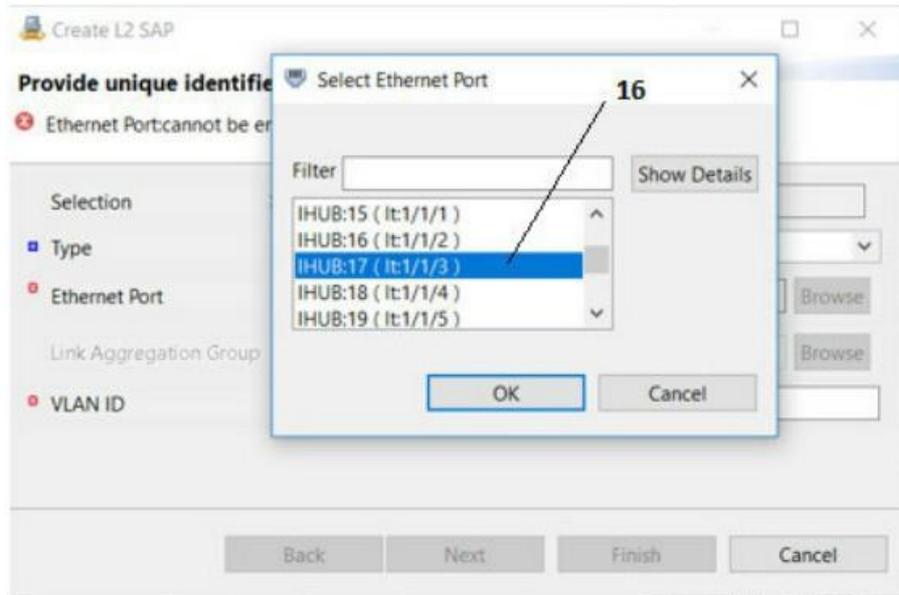


Figure III.37 : Configuration des services (étape 16)

17- Dans la case « VLAN ID », qui représente l'identifiant du VLAN, et comme on a dit précédemment l'identifiant du VLAN « Voix » est 114, donc on écrit « 114 » dans le champ associé à « VLAN ID », comme le montre la Figure III.38.

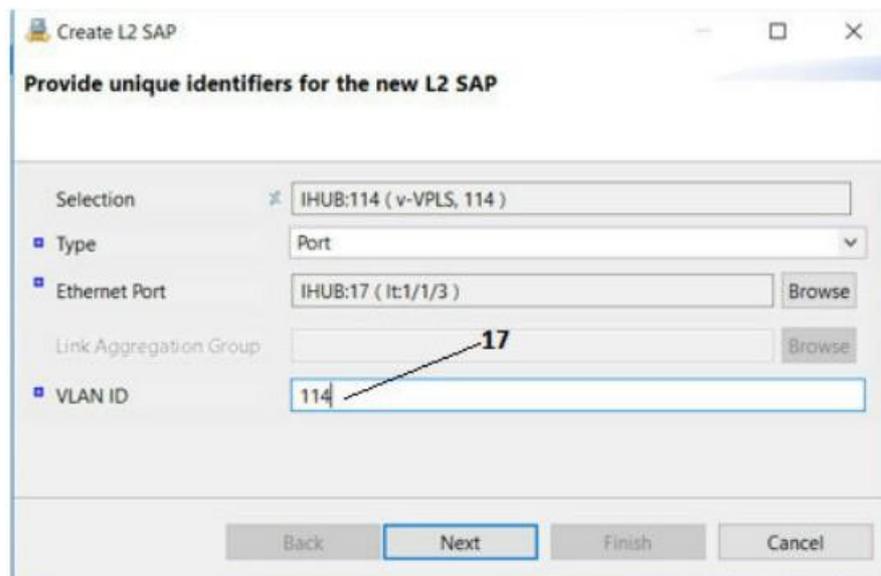


Figure III.38 : Configuration des services (étape 17)

18- On clique sur « Next », et une nouvelle fenêtre s'affiche, cette fenêtre est utilisée pour configurer plus de détails sur la liaison, aucune configuration ne sera établie dans cette fenêtre. Enfin on clique sur « Finish », comme le montre la Figure III.39.

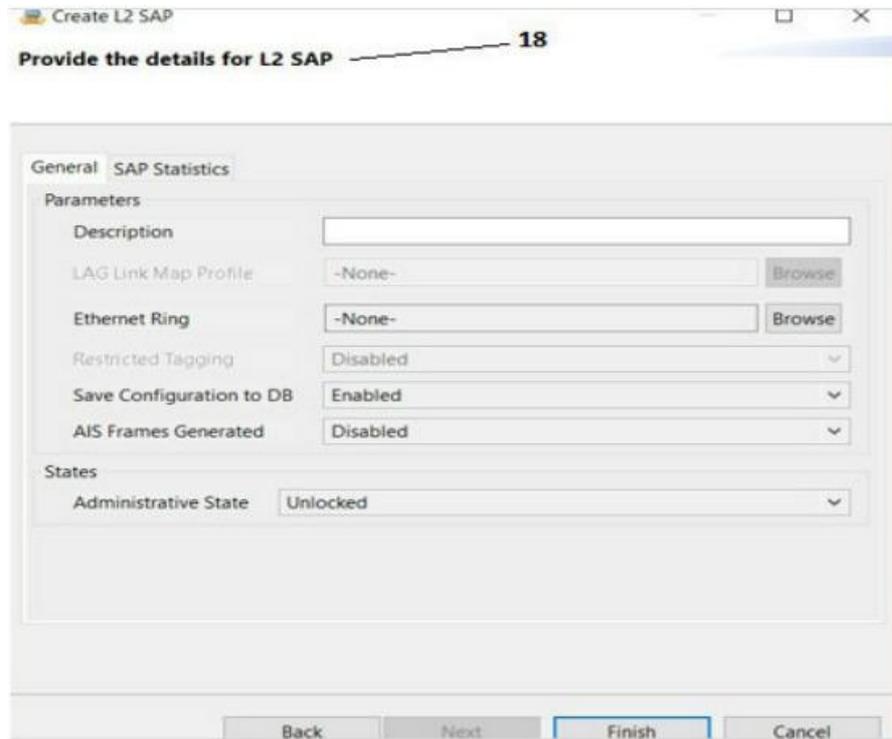


Figure III.39 : Configuration des services (étape 18)

19- Maintenant que le service « Voix » a été configuré. On passe maintenant à la configuration du service « Internet ». Le principe reste le même, la différence entre les deux services est l'identifiant du Vlan. Ce dernier change en fonction de la zone. Chaque zone géographique possède son Vlan particulier, dans notre cas l'identifiant est 3570.

Pour configurer le service « Internet », on doit d'abord le lier avec le Vlan associé et pour le faire, on clique avec la droite sur « L2 Service 3570 (v-VPLS, 3570) », comme le montre la Figure III.40.

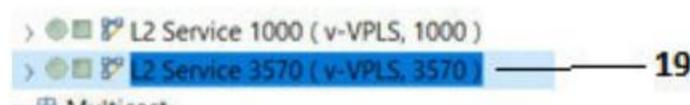


Figure III.40 : Configuration des services (étape 19)

20- Ensuite on clique sur « Create » puis « L2 SAP ». Cette étape est représentée dans la Figure III.41.

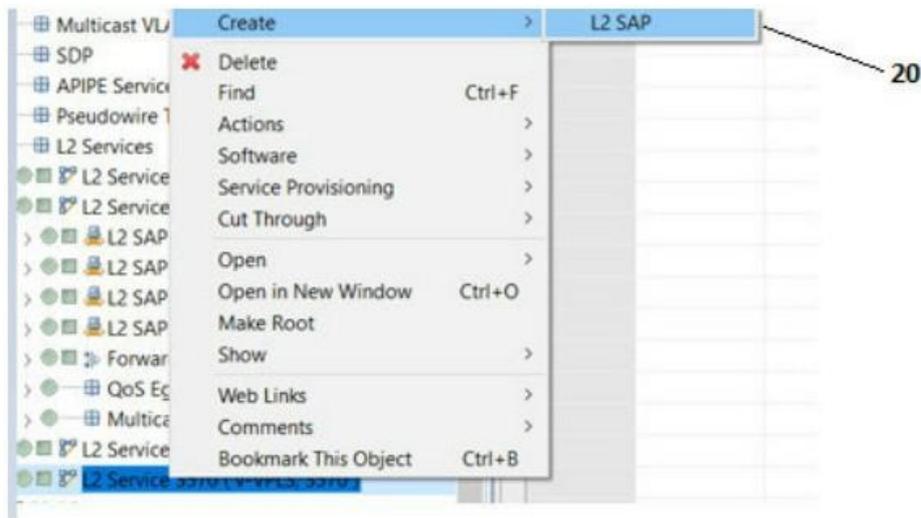


Figure III.41 : Configuration des services (étape 20)

21- Une fenêtre « Create L2 SAP » s’affiche automatiquement, avec quelques paramètres à configurer, comme le montre la Figure III.42.

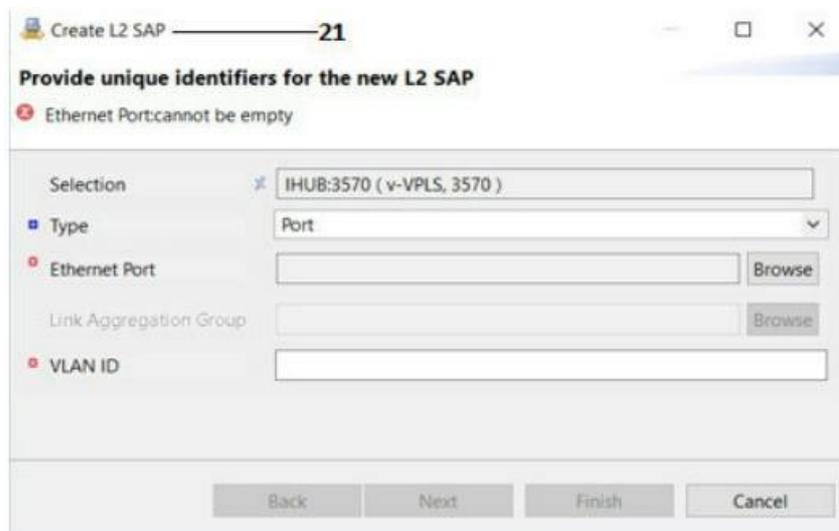


Figure III.42 : Configuration des services (étape 21)

22- Dans le paramètre « Ethernet Port » qui représente le port Ethernet ou on veut relier le service « Internet ». On clique sur « Browse », une nouvelle fenêtre « Select Ethernet Port » s’affiche, cette étape est représentée sur la figure III.43.

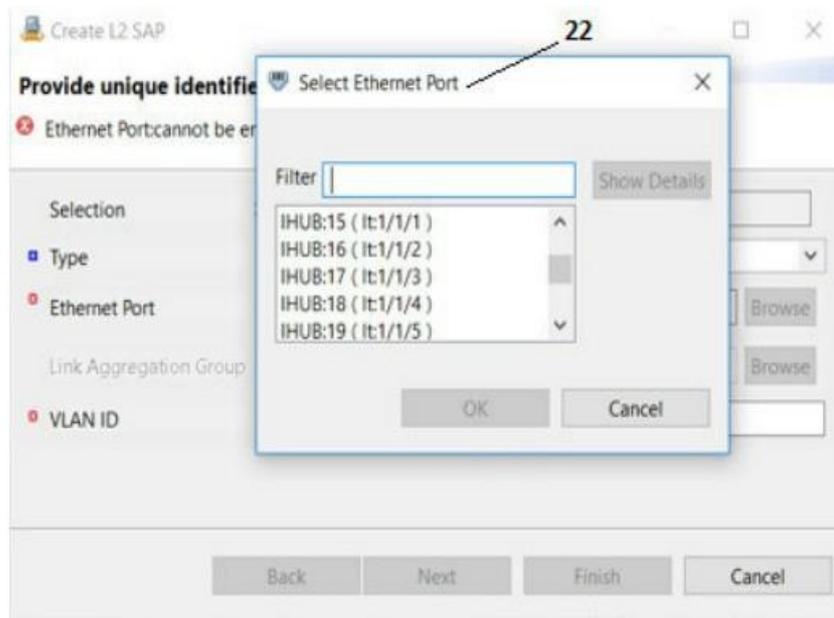


Figure III.43 : Configuration des services (étape 22)

23- Pour le choix du port Ethernet, on choisit le port où le Slot 3 apparaît. Dans notre cas, c'est le port IHUB :17 (It :1/1/3) et on clique sur « OK ». Cette étape est représentée sur la Figure III.44.

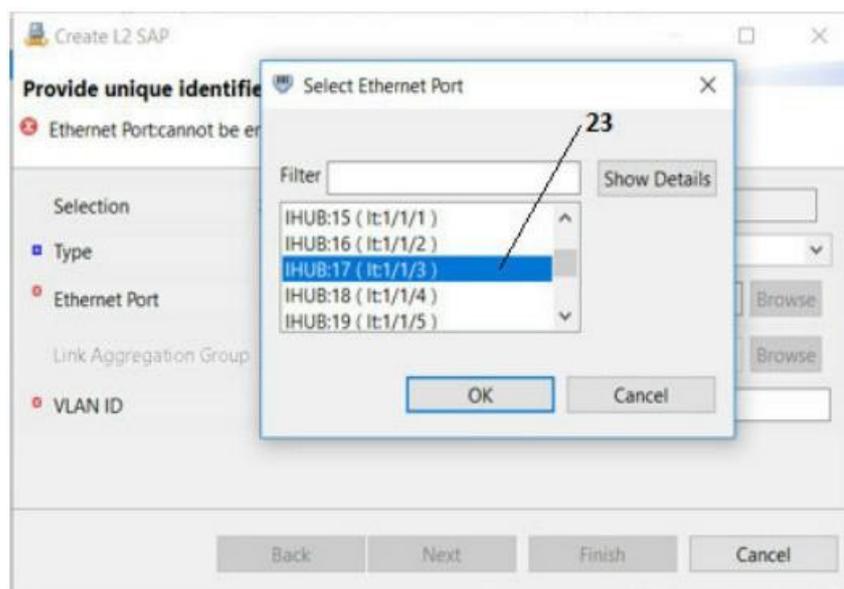


Figure III.44 : Configuration des services (étape 23)

24- Dans la case « VLAN ID », qui représente l'identifiant du VLAN, et comme on a dit précédemment l'identifiant du VLAN « Internet » est 3570, donc on écrit « 3570 » dans le champ associé à « VLAN ID », comme le montre la Figure III.45.

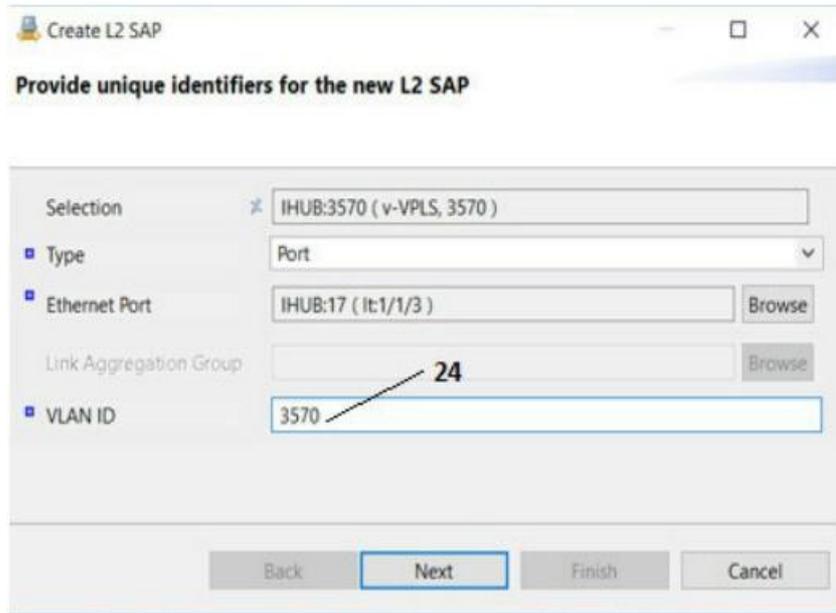


Figure III.45 : Configuration des services (étape 24)

25- On clique sur « Next », et une nouvelle fenêtre s'affiche. Cette fenêtre est utilisée pour configurer plus de détails sur la liaison, aucune configuration ne sera établie dans cette fenêtre. Enfin on clique sur « Finish », comme le montre la Figure III.46.

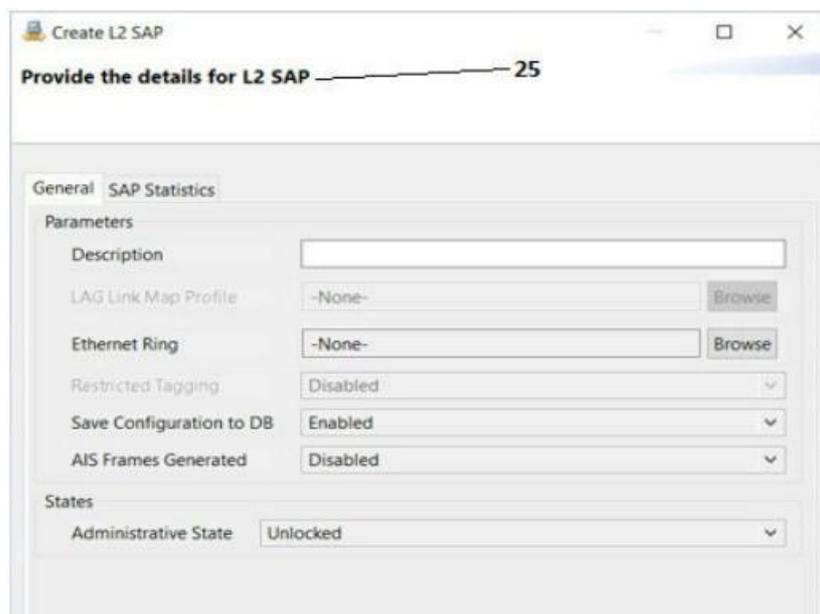


Figure III.46 : Configuration des services (étape 25)

Maintenant que les deux services ont bien été configuré, on remarque quelques modifications au niveau de l'affichage de l'interface graphique du logiciel AMS 5520 GUI :

- La carte OLT FGLT-B a bien été insérée, détectée et configurée dans le Slot 3, et la Figure III.47 le montre bien.

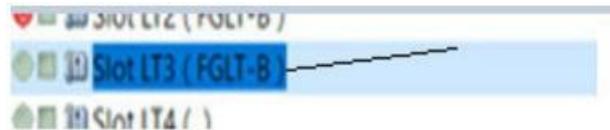


Figure III.47 : Affichage de la carte FGLT-B

- La croix rouge vu précédemment à disparu, une marque verte s'affiche à la place indiquant que le carte à bien été configuré, la marque violette a disparu également vu que l'utilisateur de l'interface graphique à donné l'autorisation de configurer la carte OLT GPON. La figure III.48 prouve ce qui a été dit.

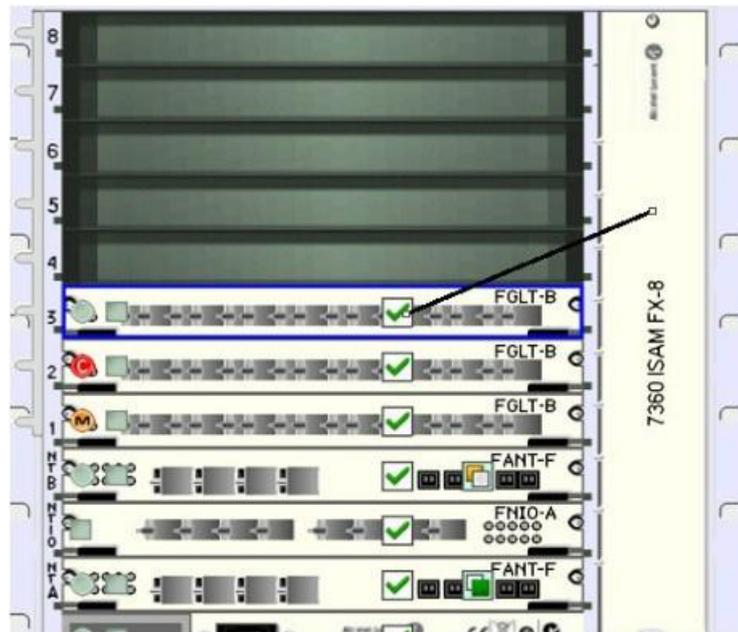


Figure III.48 : Configuration de la carte réussie

III.7.6 Commandes d'accès aux équipements actifs

- Accès à l'OLT

L'accès à distance à l'OLT se fait en suivant les étapes suivantes :

- 1- Après avoir sélectionner le Slot 3 où se trouve la carte qu'on vient de configurer, on fait un clic droit, puis on appuie sur « Cut Through », ensuite on clique sur « on NE ». La Figure III.49 montre cette étape.

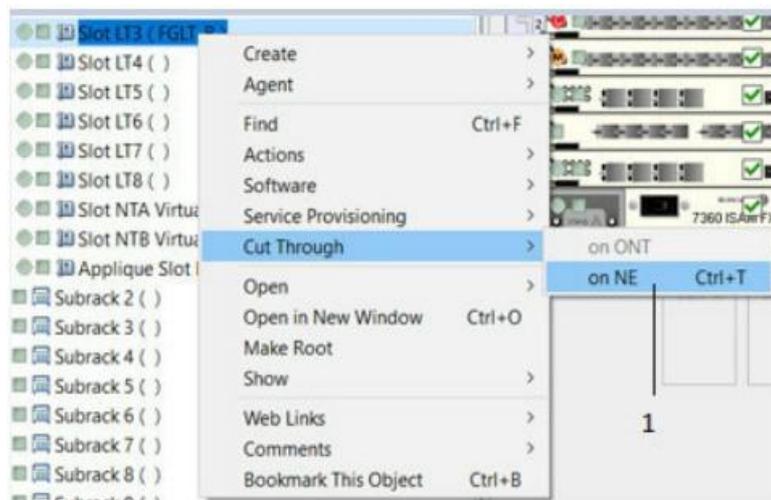


Figure III.49 : Accès à l'OLT (étape 1)

- 2- Une nouvelle fenêtre « Cut Through » s'affiche directement après. Cette fenêtre contient des informations à propos de l'OLT utilisé, tels que : son nom, le type de configuration, son nom d'utilisateur, son mot de passe, et le numéro de port. On clique sur « Finish » pour accéder à l'OLT. La fenêtre « Cut Through » est représentée sur la Figure III.50.

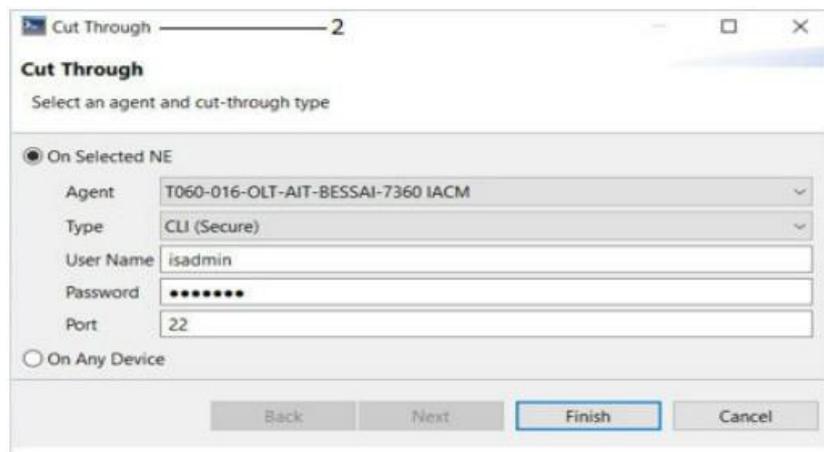


Figure III.50 : Accès à l'OLT (étape 2)

- 3- En cliquant sur « Finish », l'invite de commande de l'interface graphique affiche que l'accès à l'OLT a bien été effectué. La Figure III.51 montre les informations de connexion à l'OLT, tels que la date de la dernière connexion, et le nombre de tentative de déconnexion.

```
Agent ( T060-016-OLT-AIT-BESSAI-7360 IACM )
Log File:
1
logout

Welcome to ISAM
last login : 25/06/23 15:21logout
T060-016-OLT-AIT-BESSAI-7360:isadmin># _____ 3
```

Figure III.51 : Accès à l'OLT (étape 3)

- **Commandes de configuration au niveau de l'OLT**

Pour configurer la carte FGLT-B, on va exécuter les commandes suivantes dans l'interface ligne de commandes de l'OLT :

- La commande "configure qos interface pon:1/1/3/[1...16] ds-num-queue 8" est utilisée pour configurer la qualité de service (QoS) sur une plage de ports spécifiques de l'interface PON d'un équipement réseau Nokia. Le numéro 4 indiqué sur la Figure III.52 fait référence à cette commande.

Dans cette commande, "pon:1/1/3/[1...16]" fait référence à l'interface PON 1/1/3 et aux ports de l'interface de 1 à 16. Cela indique que la configuration de la QoS sera appliquée à ces 16 ports spécifiques de l'interface PON.

- La commande "configure interface port pon:1/1/3/[1...16] admin-up" est utilisée pour activer l'état administratif des ports spécifiques d'une interface PON sur un équipement réseau Nokia. Le numéro 5 indiqué sur la Figure III.52 fait référence à cette commande.

Dans cette commande, "pon:1/1/3/[1...16]" fait référence à l'interface PON 1/1/3 et aux ports de l'interface de 1 à 16. Cela indique que l'activation de l'état administratif sera appliquée à ces 16 ports spécifiques de l'interface PON.

Lorsque l'état administratif est configuré en "admin-up", cela signifie que les ports PON sont activés et prêts à être utilisés pour transmettre le trafic réseau. Cela permet aux ports de l'interface PON de devenir opérationnels et d'établir des connexions avec les équipements client ou d'autres équipements réseau.

- La commande "admin save" est utilisé pour sauvegarder la configuration établie précédemment. Le numéro 6 indiqué sur la Figure III.52 fait référence à cette commande.

La Figure III.52, montre les trois commandes précédentes, exécutés dans l'interface de ligne de commande de l'OLT.

```

Agent ( T060-016-OLT-AIT-BESSAI-7360 IACM )
Log File:
T060-016-OLT-AIT-BESSAI-7360:isadmin>#configure qos interface pon:1/1/3/[1..16] ds-num-queue
8
T060-016-OLT-AIT-BESSAI-7360:isadmin>#configure qos interface pon:1/1/3/1 ds-num-queue 8
T060-016-OLT-AIT-BESSAI-7360:isadmin>#configure qos interface pon:1/1/3/2 ds-num-queue 8
T060-016-OLT-AIT-BESSAI-7360:isadmin>#configure qos interface pon:1/1/3/3 ds-num-queue 8
T060-016-OLT-AIT-BESSAI-7360:isadmin>#configure qos interface pon:1/1/3/4 ds-num-queue 8
T060-016-OLT-AIT-BESSAI-7360:isadmin>#configure qos interface pon:1/1/3/5 ds-num-queue 8
T060-016-OLT-AIT-BESSAI-7360:isadmin>#configure qos interface pon:1/1/3/6 ds-num-queue 8
T060-016-OLT-AIT-BESSAI-7360:isadmin>#configure qos interface pon:1/1/3/7 ds-num-queue 8
T060-016-OLT-AIT-BESSAI-7360:isadmin>#configure qos interface pon:1/1/3/8 ds-num-queue 8
T060-016-OLT-AIT-BESSAI-7360:isadmin>#configure qos interface pon:1/1/3/9 ds-num-queue 8
T060-016-OLT-AIT-BESSAI-7360:isadmin>#configure qos interface pon:1/1/3/10 ds-num-queue 8
T060-016-OLT-AIT-BESSAI-7360:isadmin>#configure qos interface pon:1/1/3/11 ds-num-queue 8
T060-016-OLT-AIT-BESSAI-7360:isadmin>#configure qos interface pon:1/1/3/12 ds-num-queue 8
T060-016-OLT-AIT-BESSAI-7360:isadmin>#configure qos interface pon:1/1/3/13 ds-num-queue 8
T060-016-OLT-AIT-BESSAI-7360:isadmin>#configure qos interface pon:1/1/3/14 ds-num-queue 8
T060-016-OLT-AIT-BESSAI-7360:isadmin>#configure qos interface pon:1/1/3/15 ds-num-queue 8
T060-016-OLT-AIT-BESSAI-7360:isadmin>#configure qos interface pon:1/1/3/16 ds-num-queue 8
T060-016-OLT-AIT-BESSAI-7360:isadmin>#
T060-016-OLT-AIT-BESSAI-7360:isadmin>#configure interface port pon:1/1/3/[1..16] admin-up
T060-016-OLT-AIT-BESSAI-7360:isadmin>#configure interface port pon:1/1/3/1 admin-up
T060-016-OLT-AIT-BESSAI-7360:isadmin>#configure interface port pon:1/1/3/2 admin-up
T060-016-OLT-AIT-BESSAI-7360:isadmin>#configure interface port pon:1/1/3/3 admin-up
T060-016-OLT-AIT-BESSAI-7360:isadmin>#configure interface port pon:1/1/3/4 admin-up
T060-016-OLT-AIT-BESSAI-7360:isadmin>#configure interface port pon:1/1/3/5 admin-up
T060-016-OLT-AIT-BESSAI-7360:isadmin>#configure interface port pon:1/1/3/6 admin-up
T060-016-OLT-AIT-BESSAI-7360:isadmin>#configure interface port pon:1/1/3/7 admin-up
T060-016-OLT-AIT-BESSAI-7360:isadmin>#configure interface port pon:1/1/3/8 admin-up
T060-016-OLT-AIT-BESSAI-7360:isadmin>#configure interface port pon:1/1/3/9 admin-up
T060-016-OLT-AIT-BESSAI-7360:isadmin>#configure interface port pon:1/1/3/10 admin-up
T060-016-OLT-AIT-BESSAI-7360:isadmin>#configure interface port pon:1/1/3/11 admin-up
T060-016-OLT-AIT-BESSAI-7360:isadmin>#configure interface port pon:1/1/3/12 admin-up
T060-016-OLT-AIT-BESSAI-7360:isadmin>#configure interface port pon:1/1/3/13 admin-up
T060-016-OLT-AIT-BESSAI-7360:isadmin>#configure interface port pon:1/1/3/14 admin-up
T060-016-OLT-AIT-BESSAI-7360:isadmin>#configure interface port pon:1/1/3/15 admin-up
T060-016-OLT-AIT-BESSAI-7360:isadmin>#configure interface port pon:1/1/3/16 admin-up
T060-016-OLT-AIT-BESSAI-7360:isadmin>#
T060-016-OLT-AIT-BESSAI-7360:isadmin>#
T060-016-OLT-AIT-BESSAI-7360:isadmin>#admin save
Writing configuration to /pub/IPD/dm/config.cfg
Saving configuration ... OK

```

Figure III.52 : Commandes de configuration

- **Accès à l'ONT**

L'accès à distance à l'ONT se fait comme suit :

Dans le menu « Network Tree » :

- 1- On clique sur « Rack 1 (ALTR-E) »
- 2- On clique sur «Subrack 1 (NFXS-E) »
- 3- On choisit un Slot, dont la carte GPON contient des abonnés ONT, dans notre cas, ça sera le Slot 2, donc on clique sur « Slot LT2 (FGLT-B) »
- 4- Une liste de 16 « PON Port » s'affiche, on clique sur le « PON Port 11»
- 5- Deux choix s'affichent « Multicast Sources » et « ONT Provisioned », on clique sur « ONT Provisioned », et on choisit de cliquer sur « ONT 4 ».

La Figure III.53 représente les étapes précédentes.

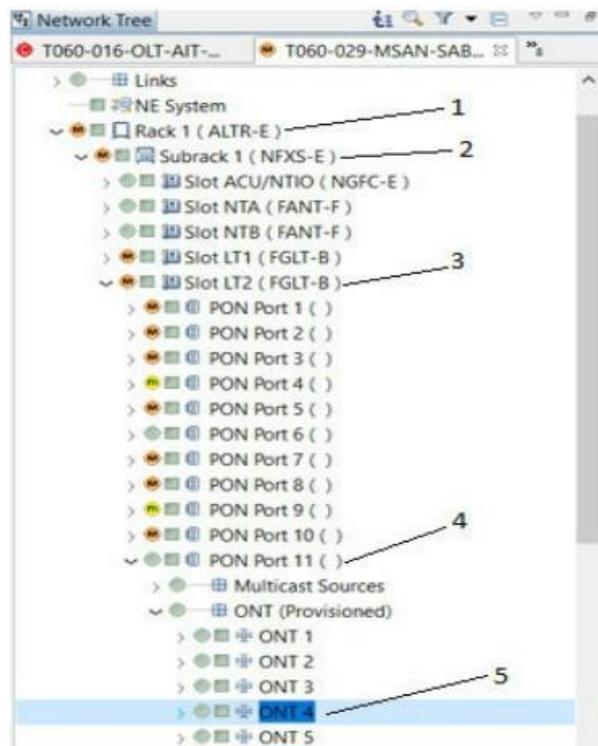


Figure III.53 : Accès à l'ONT (étapes 1-5)

- 6- Après avoir sélectionner « ONT 4 », on fait un clic droit, puis on appuie sur « Cut Through», ensuite on clique sur « on ONT ». La Figure III.54 montre cette étape.

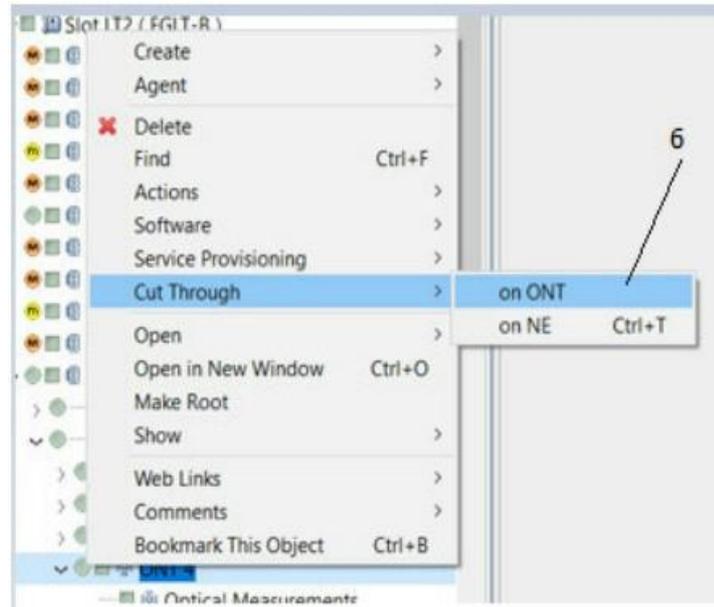


Figure III.54 : Accès à l'ONT (étape 6)

- 7- Une nouvelle fenêtre « ONT Cut Through : CLI » s'affiche directement. Elle contient les deux paramètres de connexion avec l'ONT qui sont : le nom d'utilisateur et le mot de passe. La Figure III.55 représente cette étape.

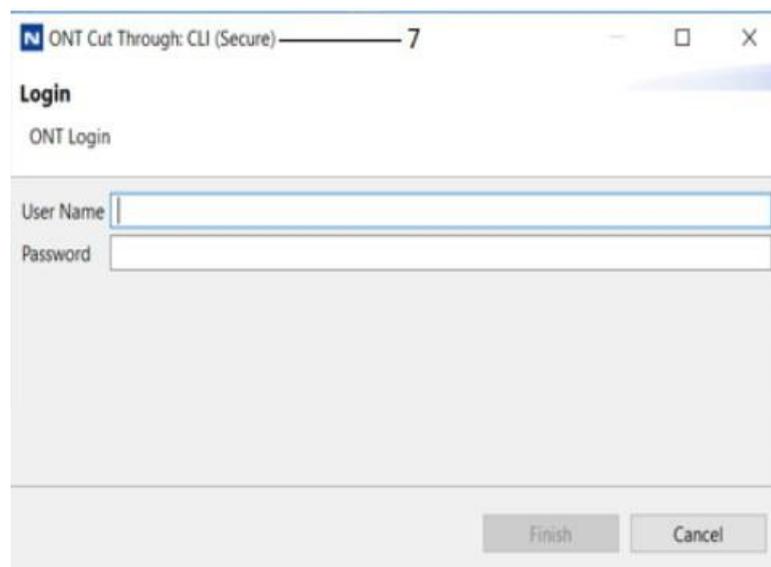


Figure III.55 : Accès à l'ONT (étape 7)

- 8- On introduit le nom d'utilisateur, et le mot de passe associé à cet ONT, et on clique sur « Finish », comme indiqué sur la Figure III.56.

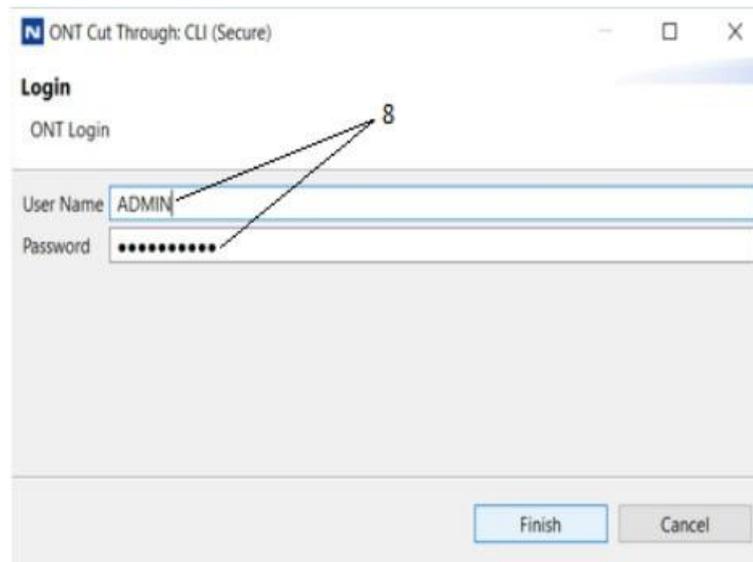


Figure III.56 : Accès à l'ONT (étape 8)

- 9- En cliquant sur « Finish », l'invite de commande de l'interface graphique affiche que l'accès à l'ONT a bien été effectué. La Figure III.57 montre que l'accès à l'ONT est réussie.

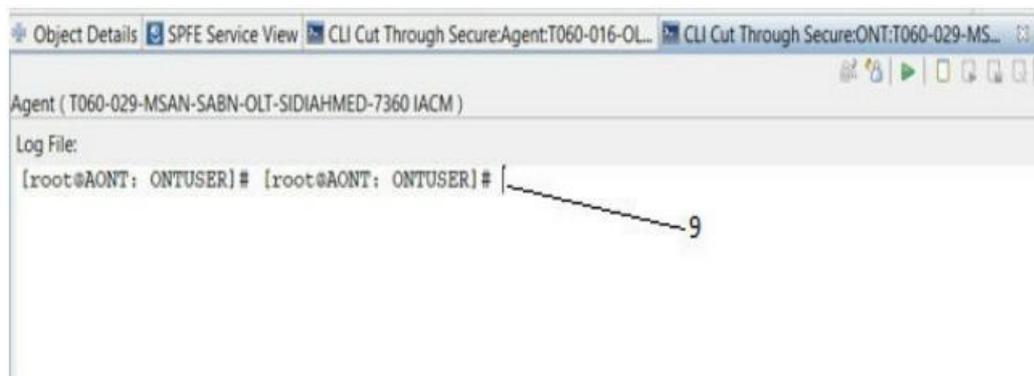


Figure III.57 : Accès à l'ONT (étape 9)

- **Commandes de configuration au niveau de l'ONT**

Pour configurer un compte abonné, on va procéder comme tel :

- Attribuer un nom d'utilisateur au compte de l'abonné. La Figure III.58, illustre cette étape.

```
[root@AONT: ONTUSER]# [root@AONT: ONTUSER]# cfgcli -s
InternetGatewayDevice.WANDevice.1.WANConnectionDevice.
1.WANPPPConnection.1.Username VFF44229999
set
InternetGatewayDevice.WANDevice.1.WANConnectionDevice.1.WANPPPConnection.1.Username=VFF442299
99 success !
save flash completed
[root@AONT: ONTUSER]#
```

Figure III.58 : Attribution d'un nom d'utilisateur au compte de l'abonné

- Attribuer un mot de passe au compte de l'abonné, comme l'indique la Figure III.59.

```
[root@AONT: ONTUSER]# cfgcli -s
InternetGatewayDevice.WANDevice.1.WANConnectionDevice.1.WANPPP
Connection.1.Password 12345678
set
InternetGatewayDevice.WANDevice.1.WANConnectionDevice.1.WANPPPConnection.1.Password
=12345678 success!
save flash completed
```

Figure III.59 : Attribution d'un mot de passe au compte de l'abonné

- Sauvegarder le nom de l'utilisateur et le mot de passe de l'abonné dans la base de données de l'OLT, la Figure III.60 montre cette étape.

```

[root@AONT: ONTUSER]# cfgcli -s
InternetGatewayDevice.WANDevice.1.WANConnectionDevice.1.WANPPP
Connection.1.Enable false
set
InternetGatewayDevice.WANDevice.1.WANConnectionDevice.1.WANPPPConnection.1.Enable=f
also success!
save flash completed
[root@AONT: ONTUSER]#
[root@AONT: ONTUSER]# cfgcli -s
InternetGatewayDevice.WANDevice.1.WANConnectionDevice.1.WANPPP
Connection.1.Enable true
set
InternetGatewayDevice.WANDevice.1.WANConnectionDevice.1.WANPPPConnection.1.Enable=t
rue success!
save flash completed
[root@AONT: ONTUSER]#

```

Figure III.60 : Sauvergarde du nom de l'utilisateur et du mot de passe de l'abonné

- **Vérification de la configuration d'un compte abonné**

En exécutant la commande comme le montre la Figure III.61, on vérifie la configuration chez un compte abonné. D'après ce qui est affiché, on constate que l'abonné n'est pas connecté.

```

[root@AONT: ONTUSER]# cfgcli dumpwan
=====
instance type  en mode      Status(IPv4/IPv6)      IP      Netmask
Gateway
010101  ppp    1  1    Connecting/Unconfigured  -      -
-      -      -      -      1_INTERNET_R_VID_1000
010201  dhcp   1  1    Connecting/Unconfigured  -      -
-      -      -      -      2_TR069_R_VID_3000
010301  dhcp   0  1    Unconfigured/Unconfigured -      -
-      -      -      -      3_OTHER_R_VID_3002
=====
[root@AONT: ONTUSER]# [

```

Figure III.61 : Vérification de la connexion chez un abonné (non connecté)

La Figure III.62, représente la vérification de la connexion chez un compte d'un abonné connecté.

```
[root@AONT: ONTUSER]# [root@AONT: ONTUSER]# cfgcli dumpwan
=====
=
instance type en mode Status(IPv4/IPv6) IP Netmask
Gateway DNS Name
010101 ppp 1 1 Connected/Unconfigured 105.103.11.146 -
10.104.119.101 41.110.32.3,8.8.8.8 1_INTERNET_R_VID_1000
010201 dhcp 1 1 Connecting/Unconfigured - -
- 2_TR069_R_VID_3000
010301 dhcp 0 1 Unconfigured/Unconfigured - -
- 3_OTHER_R_VID_3002
=====
=
[root@AONT: ONTUSER]#
```

Figure III.62 : Vérification de la connexion chez un abonné (connecté)

- **Vérification du budget optique d'un compte abonné**

La Figure III.63 indique la valeur du budget optique de l'ONT d'un abonné, cette valeur est inférieure au budget optique théorique qui est : -26.48 dBm, donc on constate une bonne réception du signal optique.

The screenshot displays the 'SPFE Service View' window for an ONT. The 'ONT-Side Optical Measurements' section is expanded, showing the following data:

Parameter	Value	Unit
Rx Optical Signal Level	-17,594	dBm
Tx Optical Signal Level	2,294	dBm
Optics Module Voltage	3,26	V
Laser Bias Current	8100	µA
Optics Module Temperature	45,9	°C

The 'Optical Threshold' section shows:

Threshold Type	Value	Unit
Lower	ONT Internal Policy	dBm
Upper	ONT Internal Policy	dBm

Figure III.63 : Verification du budget optique d'un compte abonné

III.8 Conclusion

Ce chapitre a permis d'étudier et de configurer un réseau FTTH GPON avec les services Internet et VoIP grâce au logiciel AMS 5520 GUI. L'accent a été mis sur la compréhension de l'architecture du réseau, la configuration des équipements actifs et l'optimisation des fonctionnalités du réseau. Cette mise en pratique a démontré l'importance de la connectivité haut débit dans notre société numérique, offrant ainsi une expérience utilisateur améliorée et répondant aux besoins croissants en matière d'accès à l'information et de communication efficace.

Conclusion générale

Conclusion générale

Ce travail sur l'étude et la configuration d'un réseau FTTH GPON a permis de fournir une compréhension approfondie de cette technologie et de ses applications. La fibre optique jusqu'au domicile (FTTH) utilisant la technologie GPON est une solution de connectivité rapide et fiable qui répond aux besoins croissants de bande passante et de capacité.

Au cours de cette étude, nous avons examiné les principes fondamentaux du réseau FTTH GPON, en mettant l'accent sur les équipements, l'architecture et les topologies du réseau. Nous avons également abordé des aspects clés tels que le dimensionnement des infrastructures optiques, le choix des composants optiques et l'analyse du bilan de la liaison optique pour garantir des performances optimales.

L'application pratique de cette étude s'est concentrée sur le réseau FTTH GPON d'Algérie Télécom, en analysant la zone d'étude spécifique et en proposant des recommandations de conception et de configuration. Nous avons également examiné la configuration des équipements actifs pour l'accès aux services Internet et VoIP, en utilisant le logiciel AMS 5520 GUI, pour le service IPTV c'est une perspective prometteuse pour l'avenir de la télévision en Algérie. Grâce à la croissance de l'accès Internet et à l'adoption de la technologie de diffusion en directe, l'IPTV peut être configuré et amélioré dans un proche avenir.

Cette étude revêt une importance significative car elle permet d'améliorer la connectivité haut débit et de fournir des services de qualité aux utilisateurs finaux. La technologie FTTH GPON offre des avantages notables en termes de vitesse, de capacité et de stabilité de la connexion, ce qui la rend essentielle dans le contexte actuel de transformation numérique et de demande croissante en matière de connectivité.

A la fin, on peut dire que cette étude approfondie sur la conception et la configuration d'un réseau FTTH GPON met en évidence son importance dans la fourniture de connectivité haut débit de qualité. Les recommandations et les connaissances acquises grâce à cette étude peuvent être utilisées par les fournisseurs de services de télécommunications pour améliorer leurs infrastructures de réseau et offrir des services performants aux utilisateurs finaux.

Bibliographie

- [1] : "Les fibres optiques Notions fondamentales (Câbles, Connectique, Composants, Protocoles, Réseaux...), de Jean-Michel MUR, Editeur : Editions ENI; 3^{ème} édition (2019)
- [2] : "Introduction to Broadband Communication Systems", de Cajetan M. Akujuobi, Matthew N.O. Sadiku, Éditeur : Chapman and Hall/CRC; 1^{ère} édition (2007)
- [3] : "Wireless Communications: Principles and Practice", de Theodore S. Rappaport, Éditeur : Prentice Hall; Édition suivante (2002)
- [4] : "Wireless Networking Technology: From Principles to Successful Implementation", de Steve Rackley, Éditeur: Newnes; 1^{ère} édition (2007)
- [5] : "Wireless Communications and Networks", de William Stallings, Éditeur: Pearson College Div; 2^{ème} édition (2004)
- [6] : "Wireless Communication Systems: Advanced Techniques for Signal Reception", de Xiaodong Wang et H. Vincent Poor, Éditeur: Prentice Hall; Édition illustrée (2003)
- [7] : "Principles of Wireless Networks: A Unified Approach", de Kaveh Pahlavan et Prashant Krishnamurthy, Éditeur: Prentice Hall (2001)
- [8] : "From GSM to LTE-Advanced Pro and 5G: An Introduction to Mobile Networks and Mobile Broadband", de Martin Sauter, Éditeur: Wiley; 3^{ème} édition (2017)
- [9] : "Mobile Communications", de Jochen Schiller, Éditeur : Addison Wesley; 1^{er} édition (4003)
- [10] : "Principles of Mobile Communication", de Gordon L. Stüber, Éditeur : Springer International Publishing AG; 4th ed. 2017 édition (2017)
- [11] : "Mobile Communication Systems", de Krzysztof Wesolowski, Éditeur : Wiley-Blackwell (2002)
- [12] : "Wireless Communication Networks and Systems", de Cory Beard, William Stallings, Éditeur: Pearson; 1^{ère} édition (2015)

- [13] : " Digital Communications" de John G. Proakis et Masoud Salehi, Éditeur : McGraw-Hill Higher Education; 5e édition (2007)
- [14] : " Broadband Communications: Networks, Services, Applications, Future Directions: 1996 International Zurich Seminar on Digital Communications IZS'96, ... (Lecture Notes in Computer Science, 1044), de Bernhard Plattner, Éditeur : Springer ; 1996ème édition (1996)
- [15] : "Digital Telephony", de John C. Bellamy, Éditeur : John Wiley & Sons Inc (1982)
- [16] : "Telecommunications Engineering" de Roger L. Freeman, Éditeur : Wiley–Blackwell; 4th Edition (2004)
- [17] : "Understanding Digital Subscriber Line Technology" de Thomas Starr, Éditeur : Prentice Hall; 1ère édition (1998)
- [18] : "Optical Fiber Communications : Principles and Practice", de John Senior, Éditeur : Pearson; 3ème édition (2008)
- [19] : "Optical Fiber Communications: Principles and Practice", de John Senior, Éditeur : Pearson Education Limited (2014)
- [20] : "Optical Fiber Communications", de Gerd Keiser, Éditeur : McGraw-Hill Education (1867)
- [21] : "Fiber-optic Communication Systems", de Govind P. Agrawal, Éditeur : John Wiley & Sons Inc; 5ème édition (2021)
- [22] : "Fiber-Optic Communication Systems", de Govind P. Agrawal, Éditeur : Wiley; 4ème édition (2010)
- [23] : "Optical Networks: A Practical Perspective", de de Rajiv Ramaswami, Kumar Sivarajan, et Galen Sasaki, Éditeur : Morgan Kaufmann Publishers In; 3ème édition (2008)
- [24] : Sarker, Siddhartha, et al. "Design of optical core networks: optimization of IP-over-WDM network architectures." IEEE Communications Magazine 45.2 (2007): 92-99
- [25] : Zhang, Jun, and Nirwan Ansari. "Optical network design and planning: an overview." IEEE Communications Magazine 40.5 (2002): 58-65.
- [26] : "Fundamentals of Telecommunications", de Roger L. Freeman, Éditeur : Wiley–Blackwell (31999)

- [27] : Govindasamy, Sathya Narayanan, et al. "Design and performance analysis of metropolitan area optical networks." *International Journal of Scientific & Engineering Research* 4.5 (2013): 684-688
- [28] : Peschanel, M., et al. "Design of fiber optic access networks." *Proceedings of the IEEE* 95.12 (2007): 2431-2442.
- [29] : Agarwal, Anurag Kumar, et al. "FTTH deployment architecture and technological challenges: A comprehensive survey." *Optical Switching and Networking* 13 (2014): 122-147.
- [30] : "Broadband Optical Access Networks and Fiber-to-the-Home: Systems Technologies and Deployment Strategies", de Chinlon Lin, Éditeur: Wiley; 1ère édition (2006)
- [31] : "Fiber Optic Communications: Fundamentals and Applications", de Shiva Kumar et M. Jamal Deen, Éditeur: Wiley–Blackwell (2014)
- [32] : "FTTH Handbook: A Guide for Planning and Deploying Fiber-to-the-Home Networks" (Manuel P. Angulo et al., 2010)
- [41] : document Algérie télécom (Règles D'ingénierie d'étude réseau FTTH) version 1.0 avril 2020
- [42] : document Algérie télécom : Dimensionnement de l'infrastructure FTTH (OLT et ODN) version 1.0 avril 2020
- [43] : document Algérie télécom : Méthodologie des études projet FTTx version 1.0 avril 2020

Webographie

[32] : <https://www.algeriatelecom.dz/fr/page/presentation-du-groupe-p2>, consulte le 25/03/2023

[33] : https://www.itu.int/dms_pub/itu-d/md/06/dap2b.1.3.7/inf/D06-DAP2B.1.3.7-INF-0025!!PDF-F.pdf consulte le 27/03/2023

[34] : <https://jeunessedalgerie.dz/connaissez-vous-le-groupe-telecom-algerie/> consulté le 29/03/2023

[35] : <https://fr.linkedin.com/pulse/principes-de-base-du-module-sfp-gpon-camille-peng> consulté
Le 15/05/2023

[36] : <https://community.fs.com/fr/blog/components-and-architecture-of-gpon-ftth-access-network.html> consulté le 15/05/2023

[37] : <https://www.ad-net.com.tw/architectural-concepts-and-alternative-for-pon-network> consulté
le 20/05/2023

[38] : <https://forum.huawei.com/enterprise/fr/cinq-sp%25C3%25A9cifications-et-normes-pour-le-budget-de-puissance-du-port-optique-gpon/thread/667484122353909760-667481000701210624>
consulte le 28/05/2023

[39] : <http://www.francofa-eurodis.fr/content/209-fibre-optique-gpon> consulte le 05/06/2023

[40] : https://www.cisco.com/c/fr_ca/support/docs/switches/catalyst-pon-series/216230-understand-gpon-technology.html#anc9 consulté le 07/06/2023.

[44] : <https://www.telenco-distribution.com/pa10757/les-connecteurs-fibre-optique> consulte le 15/06/2023.

[45] : <https://www.nokia.com/networks/fixed-networks/access-management-system/>

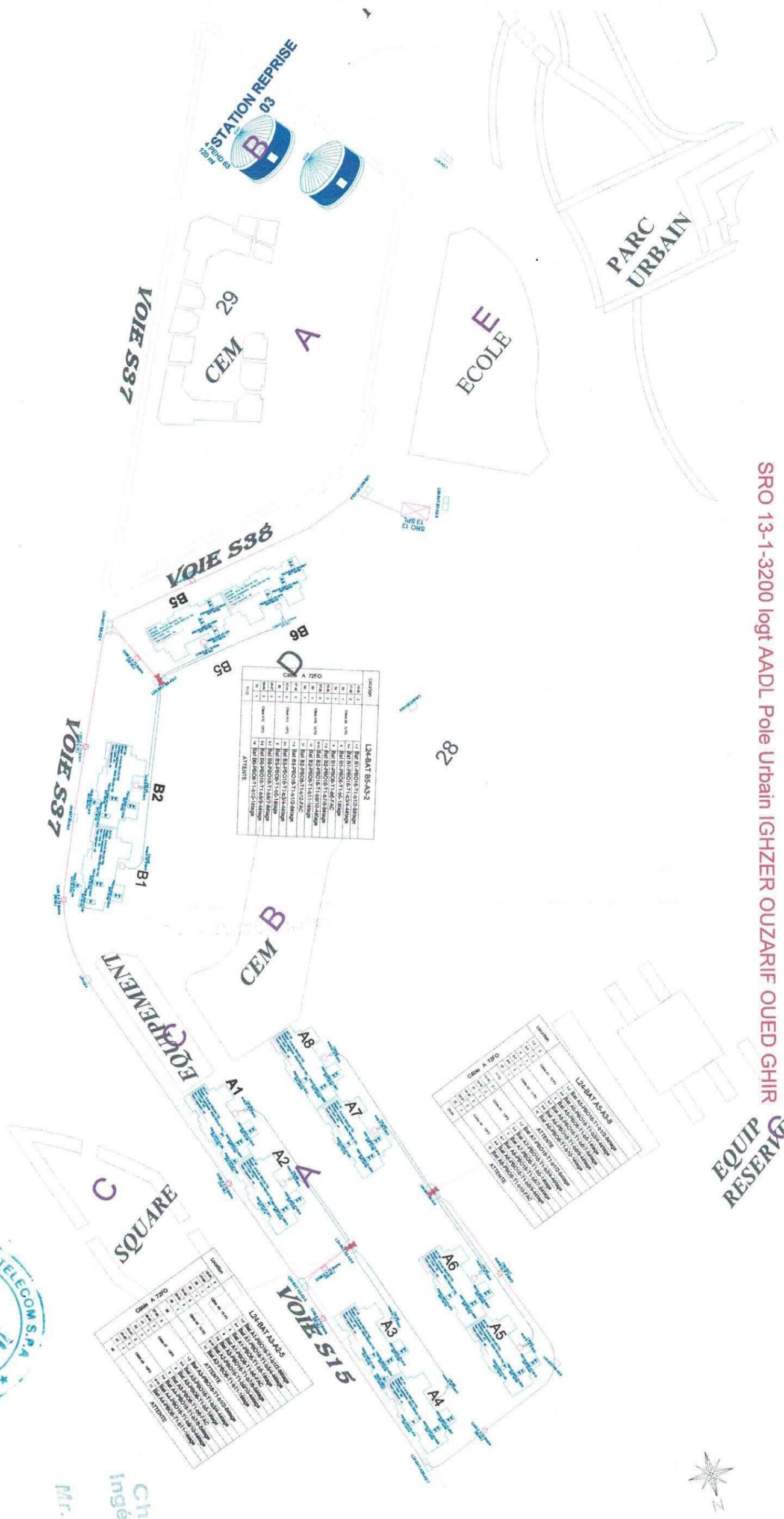
ANNEXE A

1-Délimitation la Zone de desserte Distribution



SRO 13-1-3200 logt AADL Pole Urbain IGHZER OUZARIF OUED GHIR

EQUIP RESERVE



Cable A 7200

Localite	Localite	Localite
B1	B2	B3
B4	B5	B6
B7	B8	B9
B10	B11	B12
B13	B14	B15
B16	B17	B18
B19	B20	B21
B22	B23	B24
B25	B26	B27
B28	B29	B30
B31	B32	B33
B34	B35	B36
B37	B38	B39
B40	B41	B42
B43	B44	B45
B46	B47	B48
B49	B50	B51
B52	B53	B54
B55	B56	B57
B58	B59	B60
B61	B62	B63
B64	B65	B66
B67	B68	B69
B70	B71	B72
B73	B74	B75
B76	B77	B78
B79	B80	B81
B82	B83	B84
B85	B86	B87
B88	B89	B90
B91	B92	B93
B94	B95	B96
B97	B98	B99
B100	B101	B102
B103	B104	B105
B106	B107	B108
B109	B110	B111
B112	B113	B114
B115	B116	B117
B118	B119	B120
B121	B122	B123
B124	B125	B126
B127	B128	B129
B130	B131	B132
B133	B134	B135
B136	B137	B138
B139	B140	B141
B142	B143	B144
B145	B146	B147
B148	B149	B150
B151	B152	B153
B154	B155	B156
B157	B158	B159
B160	B161	B162
B163	B164	B165
B166	B167	B168
B169	B170	B171
B172	B173	B174
B175	B176	B177
B178	B179	B180
B181	B182	B183
B184	B185	B186
B187	B188	B189
B190	B191	B192
B193	B194	B195
B196	B197	B198
B199	B200	B201
B202	B203	B204
B205	B206	B207
B208	B209	B210
B211	B212	B213
B214	B215	B216
B217	B218	B219
B220	B221	B222
B223	B224	B225
B226	B227	B228
B229	B230	B231
B232	B233	B234
B235	B236	B237
B238	B239	B240
B241	B242	B243
B244	B245	B246
B247	B248	B249
B250	B251	B252
B253	B254	B255
B256	B257	B258
B259	B260	B261
B262	B263	B264
B265	B266	B267
B268	B269	B270
B271	B272	B273
B274	B275	B276
B277	B278	B279
B280	B281	B282
B283	B284	B285
B286	B287	B288
B289	B290	B291
B292	B293	B294
B295	B296	B297
B298	B299	B300
B301	B302	B303
B304	B305	B306
B307	B308	B309
B310	B311	B312
B313	B314	B315
B316	B317	B318
B319	B320	B321
B322	B323	B324
B325	B326	B327
B328	B329	B330
B331	B332	B333
B334	B335	B336
B337	B338	B339
B340	B341	B342
B343	B344	B345
B346	B347	B348
B349	B350	B351
B352	B353	B354
B355	B356	B357
B358	B359	B360
B361	B362	B363
B364	B365	B366
B367	B368	B369
B370	B371	B372
B373	B374	B375
B376	B377	B378
B379	B380	B381
B382	B383	B384
B385	B386	B387
B388	B389	B390
B391	B392	B393
B394	B395	B396
B397	B398	B399
B400	B401	B402
B403	B404	B405
B406	B407	B408
B409	B410	B411
B412	B413	B414
B415	B416	B417
B418	B419	B420
B421	B422	B423
B424	B425	B426
B427	B428	B429
B430	B431	B432
B433	B434	B435
B436	B437	B438
B439	B440	B441
B442	B443	B444
B445	B446	B447
B448	B449	B450
B451	B452	B453
B454	B455	B456
B457	B458	B459
B460	B461	B462
B463	B464	B465
B466	B467	B468
B469	B470	B471
B472	B473	B474
B475	B476	B477
B478	B479	B480
B481	B482	B483
B484	B485	B486
B487	B488	B489
B490	B491	B492
B493	B494	B495
B496	B497	B498
B499	B500	B501
B502	B503	B504
B505	B506	B507
B508	B509	B510
B511	B512	B513
B514	B515	B516
B517	B518	B519
B520	B521	B522
B523	B524	B525
B526	B527	B528
B529	B530	B531
B532	B533	B534
B535	B536	B537
B538	B539	B540
B541	B542	B543
B544	B545	B546
B547	B548	B549
B550	B551	B552
B553	B554	B555
B556	B557	B558
B559	B560	B561
B562	B563	B564
B565	B566	B567
B568	B569	B570
B571	B572	B573
B574	B575	B576
B577	B578	B579
B580	B581	B582
B583	B584	B585
B586	B587	B588
B589	B590	B591
B592	B593	B594
B595	B596	B597
B598	B599	B600
B601	B602	B603
B604	B605	B606
B607	B608	B609
B610	B611	B612
B613	B614	B615
B616	B617	B618
B619	B620	B621
B622	B623	B624
B625	B626	B627
B628	B629	B630
B631	B632	B633
B634	B635	B636
B637	B638	B639
B640	B641	B642
B643	B644	B645
B646	B647	B648
B649	B650	B651
B652	B653	B654
B655	B656	B657
B658	B659	B660
B661	B662	B663
B664	B665	B666
B667	B668	B669
B670	B671	B672
B673	B674	B675
B676	B677	B678
B679	B680	B681
B682	B683	B684
B685	B686	B687
B688	B689	B690
B691	B692	B693
B694	B695	B696
B697	B698	B699
B700	B701	B702
B703	B704	B705
B706	B707	B708
B709	B710	B711
B712	B713	B714
B715	B716	B717
B718	B719	B720
B721	B722	B723
B724	B725	B726
B727	B728	B729
B730	B731	B732
B733	B734	B735
B736	B737	B738
B739	B740	B741
B742	B743	B744
B745	B746	B747
B748	B749	B750
B751	B752	B753
B754	B755	B756
B757	B758	B759
B760	B761	B762
B763	B764	B765
B766	B767	B768
B769	B770	B771
B772	B773	B774
B775	B776	B777
B778	B779	B780
B781	B782	B783
B784	B785	B786
B787	B788	B789
B790	B791	B792
B793	B794	B795
B796	B797	B798
B799	B800	B801
B802	B803	B804
B805	B806	B807
B808	B809	B810
B811	B812	B813
B814	B815	B816
B817	B818	B819
B820	B821	B822
B823	B824	B825
B826	B827	B828
B829	B830	B831
B832	B833	B834
B835	B836	B837
B838	B839	B840
B841	B842	B843
B844	B845	B846
B847	B848	B849
B850	B851	B852
B853	B854	B855
B856	B857	B858
B859	B860	B861
B862	B863	B864
B865	B866	B867
B868	B869	B870
B871	B872	B873
B874	B875	B876
B877	B878	B879
B880	B881	B882
B883	B884	B885
B886	B887	B888
B889	B890	B891
B892	B893	B894
B895	B896	B897
B898	B899	B900
B901	B902	B903
B904	B905	B906
B907	B908	B909
B910	B911	B912
B913	B914	B915
B916	B917	B918
B919	B920	B921
B922	B923	B924
B925	B926	B927
B928	B929	B930
B931	B932	B933
B934	B935	B936
B937	B938	B939
B940	B941	B942
B943	B944	B945
B946	B947	B948
B949	B950	B951
B952	B953	B954
B955	B956	B957
B958	B959	B960
B961	B962	B963
B964	B965	B966
B967	B968	B969
B970	B971	B972
B973	B974	B975
B976	B977	B978
B979	B980	B981
B982	B983	B984
B985	B986	B987
B988	B989	B990
B991	B992	B993
B994	B995	B996
B997	B998	B999
B1000	B1001	B1002
B1003	B1004	B1005
B1006	B1007	B1008
B1009	B1010	B1011
B1012	B1013	B1014
B1015	B1016	B1017
B1018	B1019	B1020
B1021	B1022	B1023
B1024	B1025	B1026
B1027	B1028	B1029
B1030	B1031	B1032
B1033	B1034	B1035
B1036	B1037	B1038
B1039	B1040	B1041
B1042	B1043	B1044
B1045	B1046	B1047
B1048	B1049	B1050
B1051	B1052	B1053
B1054	B1055	B1056
B1057	B1058	B1059
B1060	B1061	B1062
B1063	B1064	B1065
B1066	B1067	



5-Dimensionnement du Câble FO en Distribution D1 zone immeuble SRO 13-1

No.	Ligne	Parcours		Type de câble	Cable FO		Chambre avec joint (BPE) (*)		Chambre sans joint (BPE)		Total
		Point de départ A	Point d'arrivé B		Longueur du Cable	Majoration 3%	Quantité	dix m de mou (m)	Quantité	deux m de mou (m)	Longueur de câble unité(m)
1	Câble A 72 FO	SRO 288-01	B21-A3-06	FO-72	702	22	3	30	7	14	768
2											
Total				FO-72							768
				FO-24							

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

<p>Représentant Chargé Etude CIL Nom et Prénom : Signature et Cachet : Date :</p> <p style="text-align: center;">Responsable d'Unité Etude  Signé: TAKARIT Nacer</p>	<p>Chef de Cellule d'Ingénierie des Lignes Nom et Prénom : Signature et Cachet : Date :</p> <p style="text-align: center;">Chef de Cellule Ingénierie des Lignes  Mr. MEHOUL Samir</p>
---	---





6- Dimensionnement des câbles FO en distribution D2 (Accès Immeuble) SRO 13-1

N°	Parcours		Type de bâtiment	Type de câble	Câble FO (m)		Chambre sans joint (BPE)		Accès immeuble vers la colonne montante pied d'immeuble (m)	Colonne montante RDC vers le dernier PBO	Mou de quatre (4) metre pour Chambre et PBO (*)		Total
	Point de départ A (BPE)	Point final B (Bâtiment)			Longueur du câble Point A à Point B (BPE vers acces Immeuble) (m)	Majoration 3% (m)	Quantité (nbr)	deux metre de mou (m)			chambre avec joint (BPE) (m)	PBO (m)	
1	L24-BAT-A5-A3-9	A5	C+9	12 FO	134	5	0	0	30	24	7	4	204
2		A6	C+9	12 FO	95	3	0	0	30	24	7	4	163
3		A7	C+9	12 FO	54	2	0	0	30	24	7	4	121
4		A8	C+9	12 FO	26	1	0	0	30	24	7	4	92
5	L24-BAT A3-A3-6	A1	C+9	12 FO	100	3	0	0	30	24	7	4	168
6		A2	C+9	12 FO	85	3	0	0	30	24	7	4	153
7		A3	C+9	12 FO	60	2	1	2	30	24	7	4	129
8		A4	C+9	12 FO	88	3	1	2	30	24	7	4	158
9	L16-BAT D1-A3-2	B1	R+9	12 FO	93	3	0	0	30	24	7	4	161
10		B2	C+9	12 FO	61	2	0	0	30	24	7	4	128
11		B5	C+9	12 FO	36	2	1	2	30	24	7	4	105
12		B6	R+9	12 FO	68	3	1	2	30	24	7	4	138
Total													1720

(*) Ce mou est réservé seulement pour la distribution D2

Représentant Chargé Etude CIL

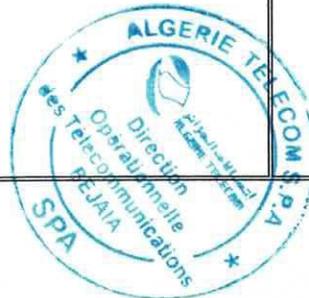
Nom et Prénom :

Signature et Cachet :

Date :

Responsable d'Unité Etude

Signé: TAKARIT Nacer



Chef de Cellule d'Ingénierie des Lignes

Nom et Prénom :

Signature et Cachet :

Date :

Chef de Cellule
Ingénierie des Lignes
Mr. MEHDIOU Samir

8-Calcul du budget Optique de la liaison SRO 13-1

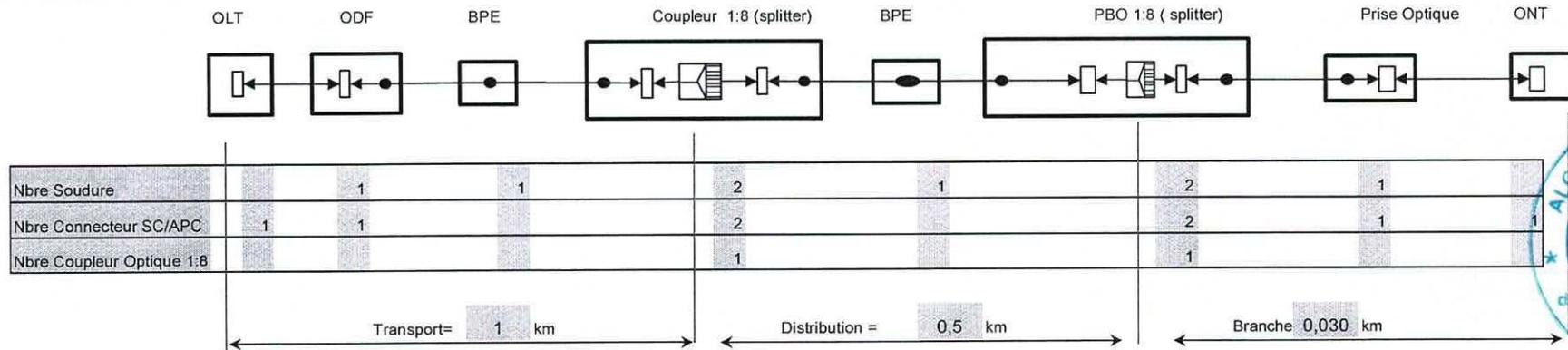


Tableau des atténuations

No.	Désignation	Type	Attenuation (dB)	Nombre	Unité	Pertes d'insertion (db)
1	Câble FO	Affaiblissement câble FO à 1310 nm	0,38	1,53	Km	0,58
2	Connecteur	Soudure	0,1	8	U	0,80
		Connecteur AC/APC	0,3	8	U	2,40
		Connecteur à montage Rapide	0,5	0	U	0,00
3	Coupleur Optique	1:8	10,6	2	U	21,20
4	Marge(vieillessement+Maintenance)				U	1,50
TOTAL						26,48

24,98

Responsable d'Unité Etude

Signé: TAKARIT Nacer

NB : Le Calcul de l'atténuation Totale de la Liaison ce fait comme suit

$\Sigma \text{Atténuation} = [\text{Affaiblissement à } 1310 \text{ nm } (\lambda 1) \times (\text{Longueur du Câble En KM})] + \text{Attenuation Coupleur } 1:8 \text{ (SRO)} + [\text{Attenuation des soudures } \times (\text{Nbre de Soudure})] + \text{Attenuation Coupleur } 1:8 \text{ (PBO)} + \text{Connectique APC } \times (\text{Nbre de connecteur})]$

Chief de Cellule Ingénierie des Lignes

M. MENDJOUI Samir

ANNEXE B

I. Matériels utilisés

Dans cette partie on va présenter le matériel utilisé dans la partie pratique :

I.1 Fusionneuse

Une bonne partie de travail concerne les soudures des brins, elles se font avec une fusionneuse, celle qu'on a utilisée est de la marque AV 6471 Fibre Fusion Splicer.

Les soudures sont réalisées selon les étapes suivantes :

- Prendre 2 mètres de l'extrémité du câble, ensuite ouvrir un peu le bout du câble pour tirer le filin de déchirement jusqu'au traçage, après enlever la gaine extérieure, de la même façon, enlever la gaine intérieure.
- Couper et enlever le ruban gonflant à l'eau et le filin gonflant à l'eau avec des ciseaux de type Kevlar.
- Libérer les torons (tubes) contenant les brins.
- Libérer et couper la couche de renfort qui est des tubes blindés entourés sur le porteur central, suivi de la coupure du porteur central en gardant environ 12 cm.
- Après avoir dénudé les torons (tubes) de 12 brin, on utilise une pince à dénudé, ensuite on se débarrasse du tube dénudé, et puis on procède au nettoyage des brins à l'aide d'un papier alcoolisé afin d'enlever le gel de remplissage.
- Avant de dénuder le brin avec une pince à dénudé, on place la protection de la soudure, après le dénudage de brin on fait le nettoyage de brin dénudé avec une lingette alcoolisée.
- Après c'est le clivage, c'est l'étape la plus importante, elle consiste à couper la fibre avec un angle de 90°.
- On fait la même chose pour le deuxième brin qu'on va souder sans mettre la protection d'épissure (cigarette).
- On met les brins dans la soudeuse en respectant le positionnement des brins :
- Il faut que les deux brins reposent sur les deux supports, sans qu'ils dépassent les électrodes.

- La soudeuse fait l'alignement cœur à cœur et elle se lance automatiquement une fois que le capot est fermé.
- Les pertes de la fusion doivent être inférieures à 0,03 dB
- Une fois la soudure est terminée, on remonte la protection d'épissure (cigarette), après on place la protection d'épissure (cigarette) dans le four pour retreindre autour de la soudure, le four se lance automatiquement qu'on ferme le capot.
- Le rôle de la protection d'épissure (cigarette) est de protection contre l'humidité.



Figure B.1 : Fusionneuse (soudeuse)



Figure B.2: Etape de soudure



Figure B.3: Cliveuse



Figure B.4 : Pince à dénuder.



Figure B.5: Protection d'épissure « Cigarette ».

I.2 Power-mètre

Le Power-mètre est utilisé afin de relever la puissance de sortie d'une liaison fibre optique. Il est constitué de deux équipements :

I.2.1 Une source optique

Son rôle est d'envoyer un signal du FDT au PBO ou l'inverse.

Emetteur : possède deux modules, le premier pour tester une fibre monomode à des longueurs d'onde (1310 et 1550 nm) et le deuxième pour une fibre multimode à des longueurs d'ondes (850 et 1300 nm).



Figure B.6: Power mètre (émetteur)

I.2.2 Un récepteur optique

Destiné pour recevoir le signal émis.

Il possède un seul port qui reçoit le signal multimodes ou monomodes, sur 4 longueurs d'ondes (1310nm et 1550nm, 850nm et 1300nm), le signal reçu peut être lu soit en dB, en dBm, ou en Watt.



Figure B.7: Récepteur

I.3 OTDR (Optical Time Domain Reflectometer)

Le réflectomètre optique dans le domaine temporel est un instrument optique utilisé pour caractériser les fibres optiques, qui trace la puissance réfléchiée le long de la fibre testée et tabule les caractéristiques de l'événement optique (atténuation, distance), il facilite et donne des tests exacts par rapport au power-mètre.

Il a deux ports, un pour la fibre multimode et l'autre pour la monomode.

L'OTDR nous donne tout événement du OLT ou FDT jusqu'au PTO à savoir :

- La distance de la fibre.
- Toutes les épissures.
- Coupure ou écrasement du câble.
- Différentes atténuations optiques de la fibre.



Figure B.8 : OTDR

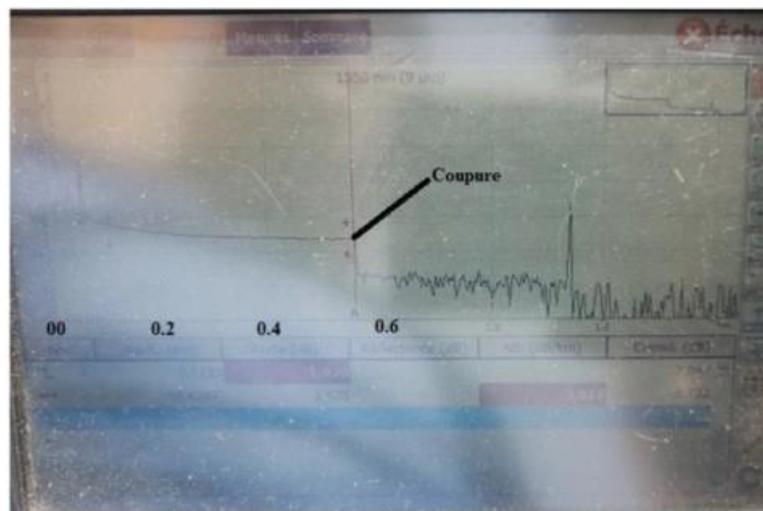


Figure B.9 : Une trace OTDR

Résumé

Ce mémoire explore les avancées technologiques dans le domaine des réseaux d'accès, en se concentrant particulièrement sur la technologie FTTH utilisant la technologie GPON. Il fournit une introduction approfondie aux technologies des réseaux d'accès, en examinant les différentes options disponibles et en mettant en évidence les avantages de la fibre optique. En se basant sur le cas d'Algérie Télécom, le mémoire aborde l'étude, la configuration et la mise en place d'un réseau FTTH GPON, en mettant l'accent sur les équipements, l'architecture et les topologies du réseau. De plus, il propose des recommandations pratiques pour le dimensionnement des infrastructures optiques, le choix des composants et la configuration des équipements actifs. L'étude vise à améliorer la connectivité haut débit et à fournir des services de qualité aux utilisateurs finaux, contribuant ainsi à une meilleure compréhension et utilisation du réseau FTTH GPON.

Mots-clés : FTTH, GPON, Fibre Optique, VoIP

Abstract

This thesis explores technological advances in the field of access networks, focusing particularly on FTTH technology using GPON technology. It provides an in-depth introduction to access network technologies, examining the different options available and highlighting the advantages of fiber optics. Based on the case of Algeria Telecom, the thesis addresses the study, configuration and implementation of an FTTH GPON network, with emphasis on equipment, architecture and network topologies. In addition, it offers practical recommendations for the dimensioning of optical infrastructures, the choice of components and the configuration of active equipment. The study aims to improve broadband connectivity and provide quality services to end users, thereby contributing to a better understanding and use of the FTTH GPON network.

Keywords : FTTH, GPON, Optical Fiber, VoIP