

République Algérienne Démocratique et populaire
Ministre de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique
Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou



Faculté De Génie Electrique et Informatique
Département Electronique

Mémoire De Fin D'études

En vue de l'obtention du diplôme
Master Académique en Electronique
Option : Réseaux et Télécommunications

Thème

Etude d'une liaison de transmission
en fibre optique

Réalisé par :

M^{elle}. Slamani Fatima

M^{elle}. Yermeche Ouiza

Soutenue le 24/09/2017 devant la Commission d'Examen

M. F. Ouallouche

Président

M. Dj. Alouache

Examineur

M. M. Lazri

Encadreur

Promotion 2017

Remerciements

En guise de reconnaissance, nous tenons à témoigner nos sincères remerciements à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin au bon déroulement de mon stage de fin d'étude et à l'élaboration de ce modeste travail.

Nos sincères gratitudes à M. Lazri pour la qualité de son enseignement, ses conseils et son intérêt incontestable qu'il porte à tous les étudiants.

Nous tenons à remercier M. Habani et l'ensemble du personnel de Algérie Télécom pour leur patience, leurs conseils pleins de sens et pour le suivi et l'intérêt qu'ils ont portés à nos travaux.

Dans l'impossibilité de citer tous les noms, nos sincères remerciements vont à tous ceux et celles, qui de près ou de loin, ont permis par leurs conseils et leurs compétences la réalisation de ce mémoire

Nous Tenons à remercier tous les membres de jury qui ont accepté d'évaluer ce travail. Leurs disponibilités et leurs suggestions sont énormément appréciées.

Enfin, nous n'oserions oublier de remercier tout le corps professoral de génie électrique, pour le travail énorme qu'il effectue pour nous créer les conditions les plus favorables pour le déroulement de nos études.

Slamani Fatima

Yermeche Ouiza

Dédicace

A mes chers parents, pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études,

A mes chères sœurs pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral, A mes chers frères,, pour leur appui et leur encouragement,

A toute ma famille pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire,

Que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux tant allégués, et le fruit de votre soutien infailible, Merci d'être toujours là pour moi.

Yermeche Ouiza

Dédicace

Je dédie ce mémoire à :

Ma mère, qui a œuvré pour ma réussite, de par son amour, son soutien, tous les sacrifices consentis et ses précieux conseils, pour toute son assistance et sa présence dans ma vie, reçois à travers ce travail aussi modeste soit-il, l'expression de mes sentiments et de mon éternelle gratitude.

Mon père, qui peut être fier et trouver ici le résultat de longues années de sacrifices et de privations pour m'aider à avancer dans la vie. Puisse Dieu faire en sorte que ce travail porte son fruit ; Merci pour les valeurs nobles, l'éducation et le soutien permanent venu de toi.

Mes frères et sœurs qui n'ont cessé d'être pour moi des exemples de persévérance, de courage et de générosité.

Slamani Fatima

Table des matières

Remerciements	1
Dédicace	2
Table des figures	8
Liste des tableaux	11
Liste des symboles	12
Liste des abréviations	13
Résumé	14
Abstrat	15
Introduction générale	17
1 Généralités sur les réseaux informatiques	20
1.1 Introduction	20
1.2 Les Réseaux informatiques	20
1.3 Pourquoi les réseaux informatiques	21
1.4 Classification des réseaux	22
1.4.1 Selon leurs tailles	22
1.4.1.1 Réseau PAN (Personal Area Network)	22
1.4.1.2 Réseaux LAN (Local Area Network)	22
1.4.1.3 Réseaux MAN (Metropolitan Area Network)	23

1.4.1.4	Réseaux WAN (Wide Area Network)	24
1.4.2	Selon leurs topologie	25
1.4.2.1	Réseaux en mode diffusion	26
1.4.2.2	Réseaux en mode point à point	28
1.5	Stratégie de connexion [7]	29
1.5.1	Commutation de circuits	30
1.5.2	Commutation de messages	30
1.5.3	Commutation de paquets	30
1.5.4	Commutation de cellule	30
1.6	Architecture des réseaux [4]	31
1.6.1	Les réseaux poste à poste (peer to peer / égal à égal)	31
1.6.2	Architecture client/serveur	31
1.6.3	Architecture Trois tiers	31
1.7	Qu'apportent les réseaux	32
1.7.1	Usage des réseaux : apport aux entreprises	32
1.7.2	Usage des réseaux : apports aux individus	33
1.8	conclusion	33
2	Transmission des données	35
2.1	Introduction	35
2.2	Transmission de données	35
2.2.1	Définition	35
2.2.2	Les supports de transmission	36
2.2.2.1	Câble coaxial	36
2.2.2.2	Câble Ethernet	37
2.2.2.3	Câble de Fibre optique	38
2.3	Caractéristiques des supports de transmission	39
2.3.1	Affaiblissement	39
2.3.2	Déphasage	39
2.3.3	Bande passante	40

2.3.4	Bruit	41
2.4	Généralités sur la fibre optique	41
2.4.1	Définition	41
2.4.2	Décomposition de la fibre optique	42
2.4.3	Les différents types de fibre optique (multimode et monomode)	42
2.4.3.1	La fibre monomode	42
2.4.3.2	La fibre optique multimode a saut d'indice	43
2.4.3.3	Fibres optique multimodes à gradient d'indice	43
2.5	Techniques de transmission de données sous forme d'un signal numérique	44
2.5.1	Généralités	44
2.5.2	Le codage	45
2.5.3	Mode de transmission	46
2.5.3.1	Transmission parallèle	46
2.5.3.2	Transmission en série	47
2.5.4	Modes d'exploitation d'un support de transmission (sens d'information)	48
2.6	Conclusion	49
3	Simulation d'une liaison de transmission en fibre optique	51
3.1	Introduction	51
3.2	Présentation d'organisme de travail	51
3.2.1	Algérie Télécom	51
3.2.2	Présentation de centre d'accueil CRMET de Tizi-Ouzou	52
3.3	Description du travail	52
3.4	Les appareils utilisés	53
3.4.1	Ligne de transmission	53
3.4.2	Le modem SIEMENS STU	54
3.4.3	Le métro 1000	54
3.4.4	Un routeur	54
3.4.5	Un commutateur réseau	55

3.4.6 un cadre de distribution principal (en anglais main distribution frame)	56
3.5 Technologie utilisée	57
3.6 Installation et configuration des appareils	57
3.6.1 Configuration de modem	58
3.6.2 Configuration de l'Optix-métro 1000 155Mb/s	61
3.7 Epreuve (teste de l'expérience)	73
3.8 Conclusion	74
Conlusion générale	76
Bibliographie	78

Table des figures

1.1	les réseaux informatiques.[8]	21
1.2	Classification des réseaux selon leurs taille.[7]	22
1.3	Les réseaux LAN[1].	23
1.4	Les réseaux MAN.[1]	24
1.5	Les réseaux WAN.[7]	25
1.6	Réseaux en mode diffusion[7].	26
1.7	Réseaux en étoile.	27
1.8	Les réseaux en anneau.	27
1.9	Topologie des réseaux.[7]	29
1.10	Architecture client/serveur.[7]	31
1.11	Architecture Trois tiers.[7]	32
2.1	Schématisation d'un système de transmission.[6]	35
2.2	un câble coaxial	37
2.3	le câble Ethernet	37
2.4	: Câble de fibre optique	38
2.5	Illustration des phénomènes d'atténuation et de retardement subis pour un signal sinusoïdal traversant un canal.[3]	40
2.6	Schéma constitutif d'une fibre optique	42
2.7	Fibre Monomode(SM)	43
2.8	Fibre Multimode à saut d'indice	43
2.9	Fibres optique multimodes à gradient d'indice.	44
2.10	Signal analogique.	44
2.11	Signal numérique.	45

2.12	Suite d'impulsion représentant la séquence d'information 10110101	46
2.13	Transmission parallèle	47
2.14	Transmission série	47
2.15	Conversion parallèle série	48
2.16	Conversion série parallèle	48
2.17	mode de transmission dans un canal	49
3.1	Diagramme de réseau d'Intranet	53
3.2	le modem SIEMENS STu.	54
3.3	Optix-merto 1000	54
3.4	un routeur.	55
3.5	commutateur réseau	55
3.6	le cadre de distribution principal	56
3.7	une réglette électrique	57
3.8	Réalisation de la liaison de transmission de données optique.	58
3.9	Raccordement des deux modems SIEMENS STU	58
3.10	Lancement de ULAF+	59
3.11	À l'intérieur du logiciel.	60
3.12	Configuration du modem	61
3.13	Relier deux l'Optix-métro 1000	62
3.14	la configuration de la carte réseaux	62
3.15	2000 LCT server, U2000 LCT Client et le mot de passe.	62
3.16	Lancement du programme T2000	63
3.17	base de données de l'application T2000	64
3.18	Fonctionnement d'application	64
3.19	Recherche de NEs	65
3.20	Identification d'équipement	65
3.21	Création de NEs	66
3.22	Fin de création	67
3.23	Configuration de NE9-5	67

3.24 Téléchargement des données	68
3.25 Progrès de téléchargement	69
3.26 Fin de téléchargement	69
3.27 Configuration de NE9-11	70
3.28 SDH service configuration of NE9-	70
3.29 Configuration de 21 E1	71
3.30 SDH service configuration of NE9-11	71
3.31 Configuration de 21 E1	72
3.32 Configuration de CA TiziOuzou	72
3.33 Configuration de Azazga	73
3.34 Fabrication d'une épreuve	73

Liste des tableaux

2.1	Le classement de supports de transmission selon leurs capacités.[6]	36
2.2	les catégories du câble Ethernet. [2]	38

Liste des symboles

S : Signal

B : Bruit

V : tension d'un courant

A : affaiblissement

P_s : la puissance du signal à la sortie du canal

P_e : la puissance du signal à l'entrée du canal.

Liste des abréviations

PTT : Les Postes, Télégraphes et Téléphones

AT :Algérie télécom

ATS : ALGERIE TELECOM SATELLITE

BADR : Banque Algerinne de développement Rurale

CRMET : Centre régional de maintenance des équipements de transmission

CA : centre d'amplification

MAN : Metropolitan Area Network

Dwdm : dense Wavelength Division Multiplexing

VIP : Virtual IP address

LAN : Local Area Network

WAN : Wide Area Network

ATM : Algérie Télécom Mobile

MDF : Main Distribution Frame

DSLAM : Digital Subscriber Line Access Multiplexer

IDF : Intermediate Distribution Frames (IDF)

TMDF : Trunk Main Distribution Frame

SDH : Synchronisation Digitale Hiérarchie

SHDSL : Single-pair High-speed Digital Subscriber Line

ETTD : Equipement Terminal de Traitement de Données

DTE : Anglais Data Terminal Equipement

PC : Personnel Computer

SiO₂ : Dioxyde de silicium

SM : Single Mode

ASCII : American Standard Code Information Interchange

EBCDIC : Extended Binary Coded Decimal Interchange Code

IBM : International Business Machine

Résumé

Ce récent travail, porte sur l'étude et la réalisation d'une liaison de transmission en fibre optique. nous commençons notre travail par une présentation générale sur les réseaux, ainsi que un récapitulatif sur leurs type en citant leurs avantages et inconvénients : nous présentons aussi leurs impact sur notre vie quotidienne. (Chapitre 1)

Ensuite, nous abordons la deuxième partie de notre étude, qui est consacrées à la transmission des données. en premier lieu nous exposons le principe générale de transmission des données, en deuxième lieu nous présentons les supports de transmission des données ainsi que leurs caractéristiques(Affaiblissement, Déphasage, Bande passante et bruit). Les Techniques de transmission de données sous forme d'un signal numérique et des généralités sur la fibre optiques sont citées aussi dans ce chapitre. (Chapitre 2)

Finalement, une simulation d'une liaison de transmission de de données en fibre optique est réalisée entre deux point (Tizi-Ouzou et Azazga). Nous exposons en détaille les démarches et les étapes suivies pour réaliser cette simulation. (Chapitre 3)

Mots clés : Fibre optique, Transmission des données, Réseaux.

Abstrat

His recent work focuses on the study and realization of a fiber optic transmission link. We begin our work with a general presentation of the networks, and a summary of their types, we citing their advantages and disadvantages, we also present their impact on our daily lives. (Chapter 1)

Then, the second part of our study is devoted to data transmission. firstly, we present the general principle of data transmission, secondly we present the data transmission media and their characteristics. The techniques of data transmission in the form of a numerical signal and generalities on fiber optics. (Chapter 2)

Finally, a simulation of a fiber optic data transmission link is carried between two points (Tizi-Ouzou and Azazga). we present in detail the steps taken to realize this simulation. (Chapter 3)

Keywords : Fiber optics, Data transmission, Networks.

Introduction générale

Introduction générale

La terre devient, grâce aux réseaux de télécommunication et internet, un petit village où tout le monde est informé à la seconde de tous les événements qui déroulent à l'échelle mondiale. L'importance et l'influence de cette technologie sur nos vies personnelles et professionnelles, nous a obligé de porter à chaque fois des améliorations en qualité et quantité des services proposés.

La progression et le développement rapide de transmission des données (numérique ou analogique) avec ses appareils de plus en plus sophistiqués et puissants, a joué un rôle primordial dans le perfectionnement des réseaux de télécommunication, et dans l'augmentation de leur capacité de transmettre des données à plusieurs milliers de kilomètres de distances.

La fibre optique a révolutionné d'une manière remarquable le domaine de transmission des données, en améliorant à la fois la quantité et la vitesse des données envoyées.

Ce travail, s'intéresse à l'étude et la simulation d'une liaison de transmission par fibre optique entre deux points. Pour mener à terme notre étude, nous avons divisé notre travail à trois chapitres :

Le premier chapitre de notre travail représente des généralités sur les réseaux de télécommunications, nous avons expliqué en premier lieu le principe de base de concept réseaux, en suite nous avons évoqué les divers types des réseaux en citant avantages et inconvénients. en deuxième lieu, nous avons mentionné les stratégies de télécommunication avec ses différents types ainsi que une vue générale sur l'architecture des réseaux. finalement une conclusion est tirée.

Le deuxième chapitre de cette étude porte sur la transmission des données, nous avons commencé tout d'abord par une définition sur le fonctionnement de base des transmissions des données et le support technique nécessaire à sa réalisation, les caractéristiques de ses supports sont évoquées aussi (affaiblissement ; déphasage et bruit). Ensuite, nous avons donné un aperçu général sur la fibre optique en montrons sa décomposition et ses caractéristiques. nous avons abordé à la fin de ce chapitre, les différentes techniques de transmission des données sous forme d'un signal numérique. en fin de cette partie nous concluons.

Le dernier chapitre de notre étude est consacré a la simulation d'une liaison de transmission par fibre optique entre deux point(dans notre cas d'étude : Tizi-Ouzou vers Azazga). Nous avons entamé ce chapitre par description des appareils utilisées lors de la simulation, par la suite nous avons montré les installation des appareils et expliquer la configuration de logiciel de simulation U2000. Un test est effectué à la fin de notre étude pour assuré la réussite de la simulation. Nous avons terminé ce chapitre par conclusion.

à la fin de notre travail une conclusion générale est tirée et des prescriptives sont proposées.

.

Chapitre 1

Généralités sur Les réseaux informatique

Chapitre 1

Généralités sur les réseaux informatiques

1.1 Introduction

Cette première partie de notre travail est consacrée pour les réseaux informatique. Nous présentons en premier lieu des définitions de base sur les réseaux informatiques, en citant ses divers types et caractéristiques. en deuxième lieu, nous expliquons les stratégies de communication et ainsi que les diverses architectures adoptées. L'impact des réseaux informatiques sur la vie personnelle est professionnelle des humains, est évoqué a la fin de chapitre.

1.2 Les Réseaux informatiques

Un réseau en général est le résultat de la connexion de plusieurs machines entre elles, afin que les utilisateurs et les applications qui fonctionnent sur ces dernières puissent échanger des informations.

Le terme réseau en fonction de son contexte peut désigner plusieurs choses. Il peut désigner l'ensemble des machines, ou l'infrastructure informatique d'une organisation avec les protocoles qui sont utilisés, ce qui 'est le cas lorsque l'on parle de Internet.

Le terme réseau peut également être utilisé pour décrire la façon dont les machines d'un site sont interconnectées.

C'est le cas lorsque l'on dit que les machines d'un site (sur un réseau local) sont sur un réseau Ethernet, Token Ring, réseau en étoile, réseau en bus,...

Le terme réseau peut également être utilisé pour spécifier le protocole qui est utilisé pour

que les machines communiquent. On peut parler de réseau TCP/IP, NetBeui (protocole Microsoft) DecNet(protocole DEC),IPX/SPX,... [5]

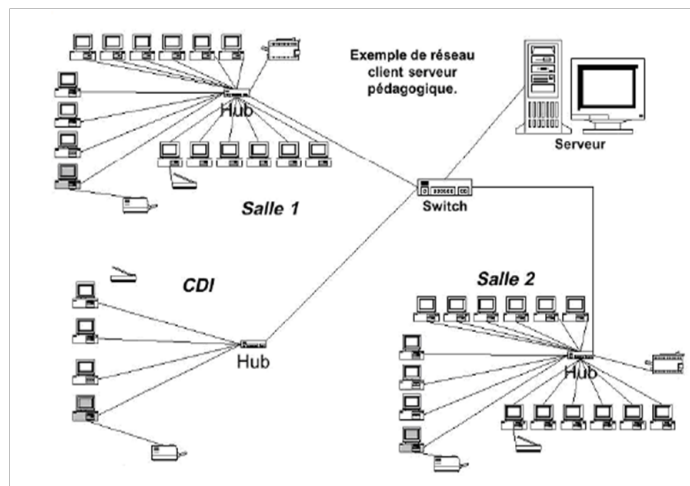


Figure 1.1 – les réseaux informatiques.[8]

Lorsque l'on parle de réseau, il faut bien comprendre le sens du mot. Un réseau s'appuie sur deux notions fondamentales :

- **L'interconnexion** : qui assure la transmission des données d'un nœud à un autre ;
- **La communication** : qui permet l'échange des données entre processus.

1.3 Pourquoi les réseaux informatiques

Les réseaux sont nés d'un besoin d'échanger des informations de manière simple et rapide entre des machines. Lorsque l'on travaillait sur une même machine, toutes les informations nécessaires au travail étaient centralisées sur la même machine. Presque tous les utilisateurs et les programmes avaient accès à ces informations.

Pour des raisons de coûts ou de performances, on est venu à multiplier le nombre de machines. Les informations devaient alors être dupliquées sur les différentes machines du même site. Cette duplication était plus ou moins facile et ne permettait pas toujours d'avoir des informations cohérentes sur les machines. On est donc arrivé à relier d'abord ces machines entre elles ; ce fût l'apparition des réseaux locaux.

Ces réseaux étaient souvent des réseaux "maisons" ou propriétaires. Plus tard on a éprouvé le besoin d'échanger des informations entre des sites distants. Les réseaux moyenne et longue distance commencèrent à voir le jour. Ces réseaux étaient souvent propriétaires.

Aujourd'hui, les réseaux se retrouvent à l'échelle planétaire. Le besoin d'échange de l'information est en pleine évolution. Pour se rendre compte de ce problème il suffit de regarder

comment fonctionnent des grandes sociétés. Comment pourrait-on réserver une place de train dans n'importe quelle gare ? Sans échange informatique, ceci serait très difficile.[5]

1.4 Classification des réseaux

On peut classer les réseaux selon deux aspects :

- Leurs tailles ;
- Leurs topologies.

1.4.1 Selon leurs tailles

On compte généralement 4 catégories de réseaux informatiques différenciées par la distance maximale séparant les points les plus éloignés du réseau :

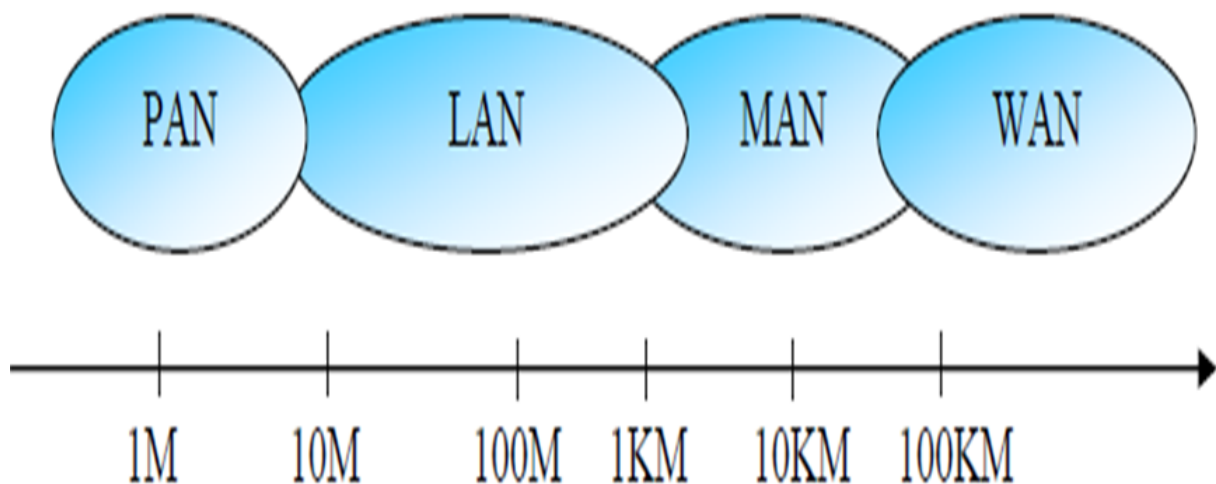


Figure 1.2 – Classification des réseaux selon leurs taille.[7]

1.4.1.1 Réseau PAN (Personal Area Network)

Ces réseaux personnels interconnectent sur quelques mètres les équipements personnels tel que : Le GSM, portable ...d'un même utilisateur ...

1.4.1.2 Réseaux LAN (Local Area Network)

Un réseau local ou LAN (Local Area Network) s'étend sur un seul site (un ou plusieurs bâtiments, mais sur un seul terrain). Il ne requiert aucune autorisation de la part des autorités.

Les réseaux locaux utilisent pour leurs liaisons les normes Ethernet 100BaseT, 100BaseF, 1 GE et/ou 10 GE. L'abréviation GE signifie Gigabit Ethernet ; c'est le terme général pour toute une série de spécifications.

Un LAN peut s'étendre sur des dizaines de kilomètres s'il repose sur des fibres optiques. En fait, il pourrait même couvrir des centaines de kilomètres, mais aucune entreprise ne possède de terrain de cette taille.[7]

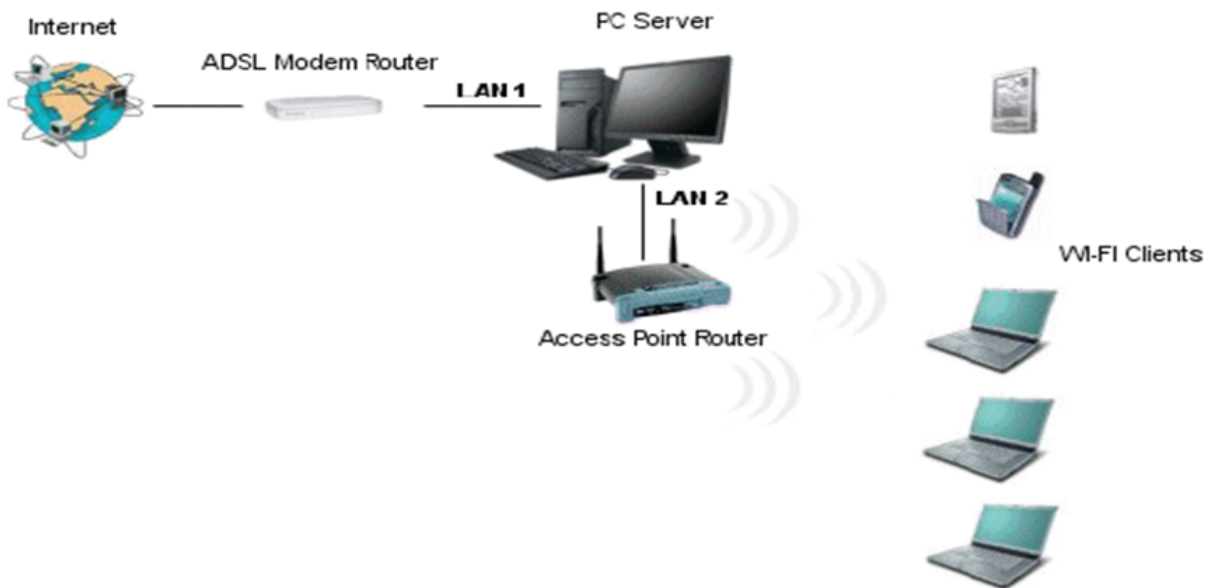


Figure 1.3 – Les réseaux LAN[1].

1.4.1.3 Réseaux MAN (Metropolitan Area Network)

Ils permettent l'interconnexion des entreprises ou des départements sur un réseau spécialisé à haut débit. Ce type correspondent à une interconnexion de quelques bâtiments se trouvent dans une ville (Campus).

Un réseau métropolitain est un cas particulier de WAN. S'il est filaire, il réunit plusieurs réseaux locaux qui se trouvent dans une même zone géographique de quelques kilomètres carrés (souvent une agglomération) et qui appartiennent le plus souvent à la même organisation.[7]

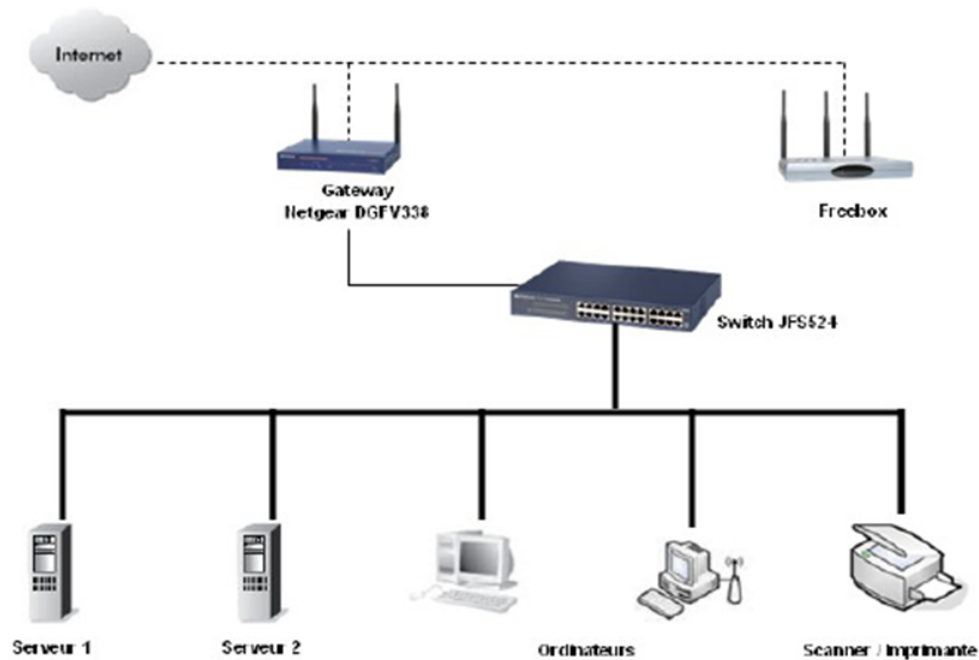


Figure 1.4 – Les réseaux MAN.[1]

Par exemple, les différents sites d’une municipalité peuvent être réunis par un MAN. Les liaisons entre les sites passent par des fibres optiques. Il s’agit souvent de fibres prêtes à l’emploi qui utilisent la norme Metro Ethernet ou de fibres noires, c’est-à-dire de fibres nues, sans signal. Avec la solution Metro Ethernet, les liaisons sont prêtes à l’emploi.

On utilise les switches Ethernet normaux, ce qui est pratique : de cette manière, le MAN forme une extension «naturelle» du LAN et sa gestion ne nécessite que des compétences en Ethernet.

Avec les fibres noires, on met en place le système de communication que l’on souhaite, mais cette solution n’existe que dans certaines villes

1.4.1.4 Réseaux WAN (Wide Area Network)

Sont destinés comme leurs noms l’indiquent, à transporter des données numériques sur des distances à l’échelle d’un pays voire d’un continent ou de plusieurs continents.

Le réseau est soit terrestre, et il utilise des infrastructure au niveau du sol essentiellement des grands réseaux de fibre optique soit hertzienne comme les réseaux satellite.

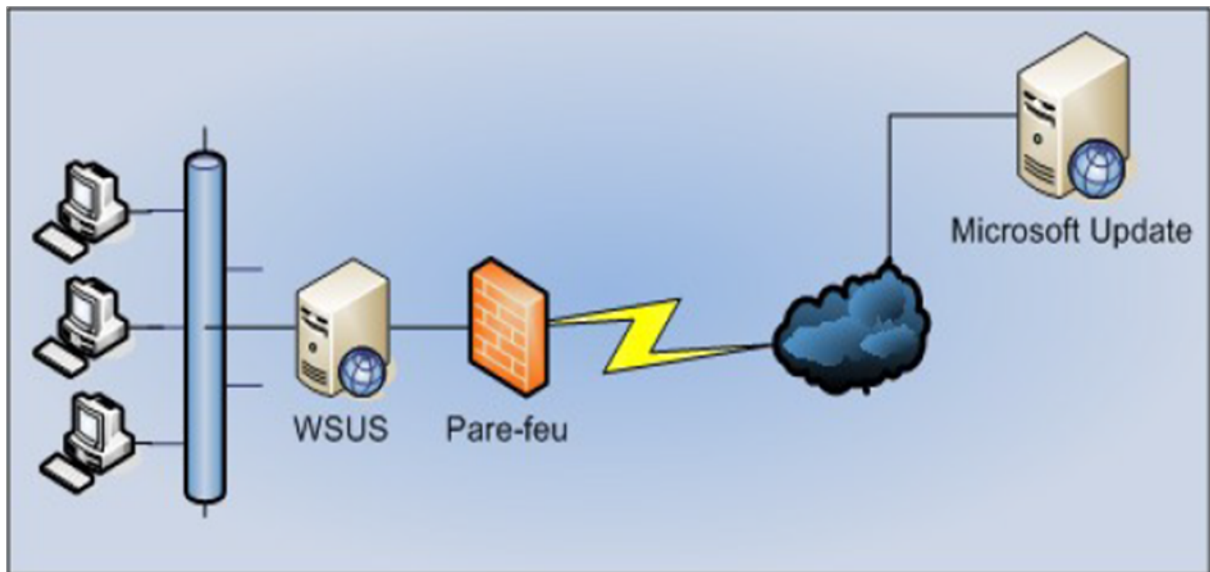


Figure 1.5 – Les réseaux WAN.[7]

Un réseau téléinformatique s'étend sur plusieurs sites. Les liaisons entre sites passent par le domaine public.

Ces liaisons sont assurées par un opérateur de télécoms (France Télécoms, Belgacom, Swisscom, etc.).

Les liaisons WAN passent par des fibres optiques qui relient les villes entre elles.

- **Physiquement** : les câbles se trouvent souvent sous les autoroutes et les lignes de chemin de fer. Ils sont gérés par les opérateurs de télécoms sous la surveillance de l'État.
- **Économiquement** : ils sont vitaux pour le pays parce que presque toutes les communications passent par eux les communications informatiques, mais aussi la téléphonie fixe et la téléphonie mobile

1.4.2 Selon leurs topologie

On peut également différencier les réseaux selon leurs structure et plus précisément leurs topologie : La topologie est l'organisation physique et logique d'un réseau.

L'organisation physique concerne la façon dont les machines sont connectées (Bus, Anneau, Étoile, Maillé, ...).

L'organisation logique montre comment les informations circulent sur le réseau (diffusion, point à point).

1.4.2.1 Réseaux en mode diffusion

a-**Le réseau de type bus** : Un réseau de type bus est ouvert à ses extrémités. Chaque PC y est connecté par l'intermédiaire d'un connecteur spécial. Certains périphériques, comme des imprimantes, peuvent également être directement reliés au réseau. Ils doivent alors comporter une carte adaptateur réseau. [7]

A chaque extrémité, le réseau est terminé par une résistance (appelé bouchon) pour empêcher l'apparition de signaux parasites. L'exemple le plus courant de ce type de réseau est le réseau Ethernet.

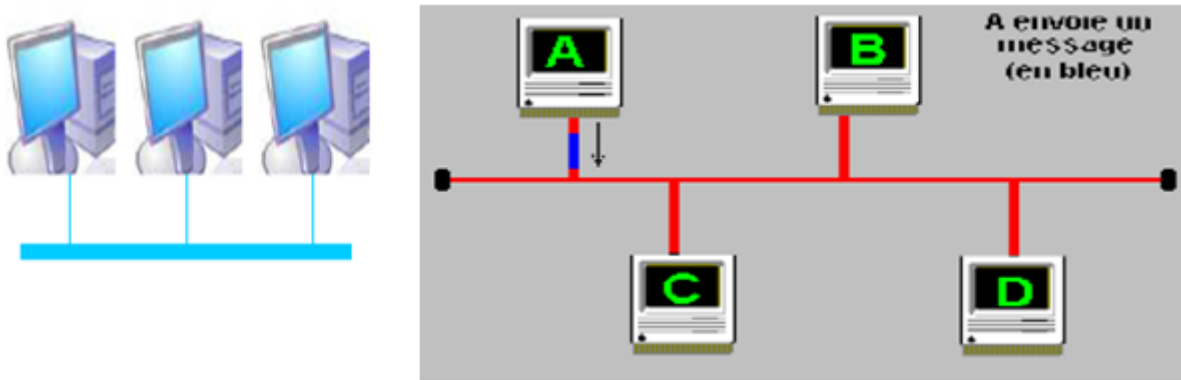


Figure 1.6 – Réseaux en mode diffusion[7].

- **Avantages** : Diffusion facile, Suppression facile, Mise en place facile et Coût faible
- **Inconvénients** : Pas de transfert privé et Bus principal trop sensible

b-Le réseau en étoile : Dans un réseau en étoile, chaque noeud du réseau est relié à un contrôleur (ou hub) par un câble différent. Le contrôleur est un appareil qui recevant un signal de données par une de ses entrées, va retransmettre ce signal à chacune des autres entrées sur lesquelles sont connectés des ordinateurs ou périphériques, voir d'autres contrôleurs.

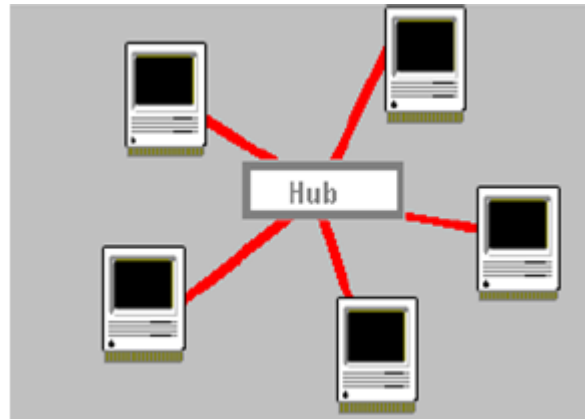
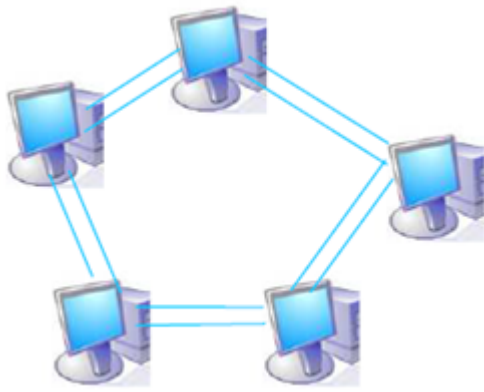


Figure 1.7 – Réseaux en étoile.

- **Avantages** : la précision d'envoi, L'ajout facile de postes, Diffusion facile et La suppression de poste(s) n'affecte pas le fonctionnement du réseau
- **Inconvénients** : Dépend du nœud central (Switch ou hub), Coûteux (nécessite plusieurs câbles) et collision

c-Le réseau en anneau : Il s'agit d'un réseau local dans lequel les nœuds sont reliés en boucle fermée.

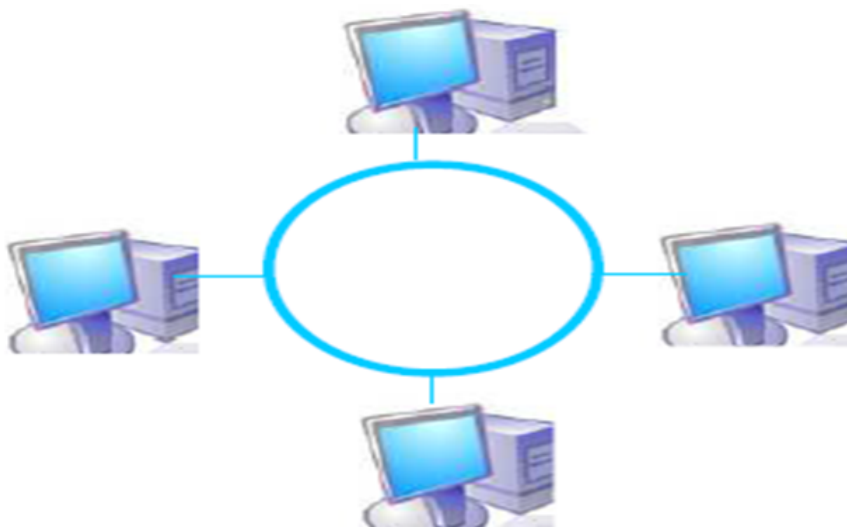


Figure 1.8 – Les réseaux en anneau.

- **Avantages** : Plusieurs transmissions sont possibles et l'ajout facile de postes Pas de collision puisqu'on parle que lorsque l'on n'est en possession du jeton diffuseur.
- **Inconvénients** : Disfonctionnement d'un poste celui du réseau, Diffusion longue et Nombre de machine influençable dans le temps de transmission du de l'information.

Remarques : Aucun de ces trois plans de câblage n'est idéal et le choix de l'un ou l'autre sera influencé par des questions de coût, de configuration du site auquel le réseau est

destiné. Pour optimiser le fonctionnement d'un réseau sans atteindre des coûts exorbitants, on peut utiliser conjointement plusieurs architectures. Les petits réseaux sont souvent basés sur une seule topologie, mais les plus grands réseaux peuvent inclure les trois types.

1.4.2.2 Réseaux en mode point à point

Le premier mode de fonctionnement consiste à partager un seul support de transmission. Chaque message envoyé par un équipement sur le réseau est reçu par tous les autres.

C'est l'adresse spécifique placée dans le message qui permettra à chaque équipement de déterminer si le message lui est adressé ou non.

À tout moment un seul équipement a le droit d'envoyer un message sur le support, il faut donc qu'il écoute au préalable si la voie est libre, sinon il attend.

Les réseaux locaux adoptent pour la plupart le mode diffusion, sur une architecture en bus ou en anneau. Dans une telle configuration la rupture du support provoque l'arrêt du réseau, par contre la panne d'un des éléments ne provoque pas (en général) la panne globale du réseau.

Dans le mode point à point le support physique (le câble) relie une paire d'équipements seulement. Quand deux éléments non directement connectés entre eux veulent communiquer ils le font par l'intermédiaire des autres nœuds du réseau.

Dans le cas de l'étoile le site central reçoit et envoie tous les messages, le fonctionnement est simple, mais la panne du nœud central paralyse tout le réseau. Dans une boucle simple, chaque nœud recevant un message de son voisin en amont le réexpédie à son voisin en aval.

Pour que les messages ne tournent pas infiniment le nœud émetteur retire le message lorsqu'il lui revient. Si l'un des éléments du réseau tombe en panne, alors tout s'arrête.

Ce problème est partiellement résolu par la double boucle dont chacune des boucles fait tourner les messages dans un sens opposé. Dans le maillage régulier l'interconnexion est totale ce qui assure une fiabilité optimale du réseau, par contre c'est une solution coûteuse en câblage physique.

Si l'on allège le plan de câblage, le maillage devient irrégulier, la fiabilité peut rester élevée mais elle nécessite un routage des messages selon des algorithmes parfois complexe.

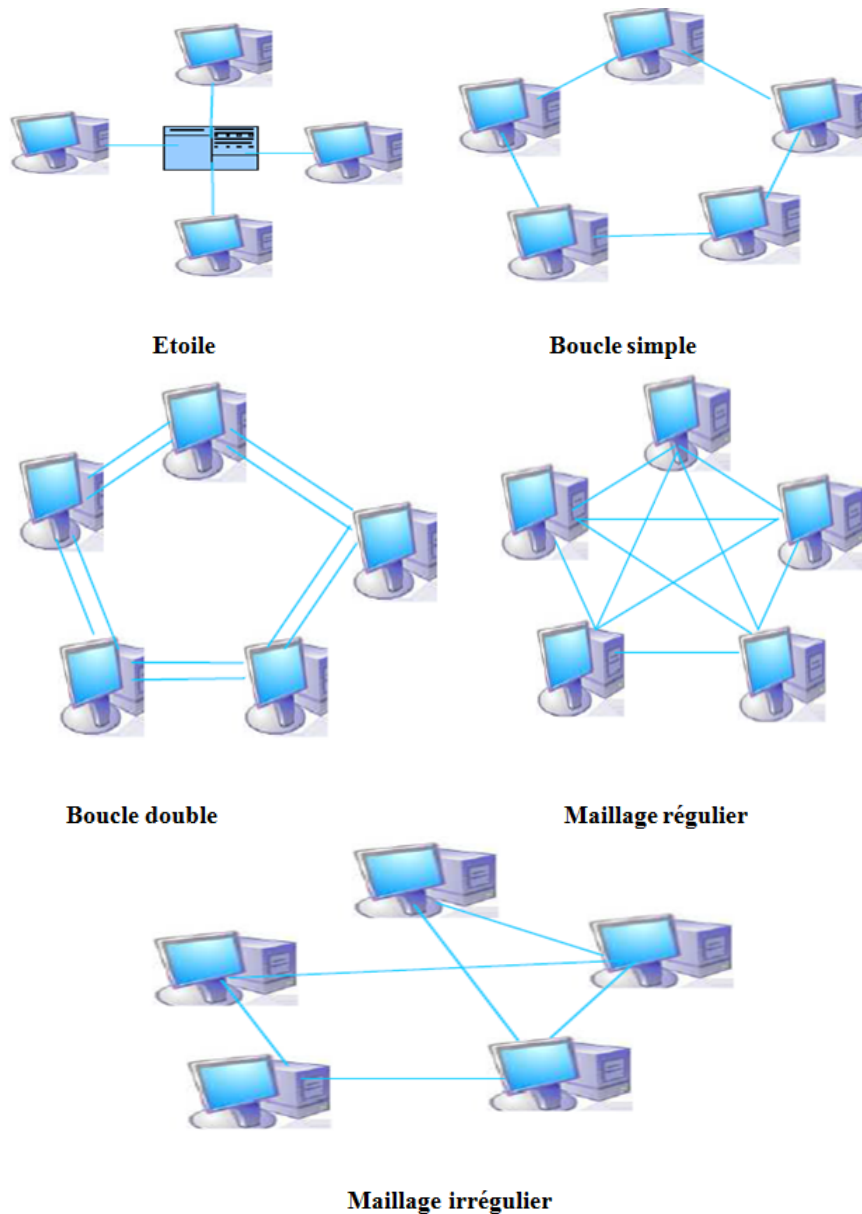


Figure 1.9 – Topologie des réseaux.[7]

1.5 Stratégie de connexion [7]

Les communications (quel que soit leur mode : connecté ou non) sont basées sur un principe de commutation (création de circuits temporaires) pour acheminer un message d'un client vers un autre, La commutation rassemble toutes les techniques qui réalise la mise en relation de 2 abonnés quelconques. Il existe 4 techniques de commutation :

1.5.1 Commutation de circuits

C'est la plus ancienne (ex. : le téléphone). Un chemin physique est établi à l'initialisation de la communication entre l'émetteur et le récepteur et reste le même pendant toute la durée de la communication.

Si les deux correspondants n'ont pas de données à transmettre pendant un certain temps, la liaison restera inutilisée.

L'idée est de concentrer plusieurs correspondants sur une même liaison. Dans le cas où les communications seraient nombreuses, il faut prévoir des mémoires pour stocker des informations en attendant que la liaison soit disponible.

1.5.2 Commutation de messages

Consiste à envoyer un ensemble d'informations (Un message) d'un émetteur vers un récepteur en passant par un ou plusieurs noeuds de commutation.

Chacun de ces nœuds attend la réception complète du message avant de le réémettre, cela demande des buffers sur chaque équipement, ainsi qu'un contrôle de flux pour éviter les engorgements.

De plus le taux d'erreurs pour des messages de taille importante doit être très bas.

Remarque : La commutation de message nécessite la mise en place d'algorithmes de routage

1.5.3 Commutation de paquets

Celle-ci reprend la méthode précédente, mais en découpant le message en un nombre de fragment défini.

Chaque noeud redirige ces fragments selon ses propres lois (tables de routage), la reprise sur erreur est donc plus simple, cependant le récepteur final doit être capable de ré-assembler tous ces paquets dans un ordre souvent différent de celui dans lequel il les a reçu. Cette technique nécessite la mise en place de la numérotation des paquets.

1.5.4 Commutation de cellule

Commutation de paquets particulière. Tous les paquets ont une longueur fixe de 53 octets (une cellule= un paquet de 53 octets), c'est un mélange de la commutation de circuit et de la commutation de paquets, elle a pour avantage de simplifier le travaille des commutateurs et d'autoriser des débits plus élevés.

1.6 Architecture des réseaux [4]

1.6.1 Les réseaux poste à poste (peer to peer / égal à égal)

Dans une architecture d'égal à égal (où dans sa dénomination anglaise peer to peer), tous les ordinateurs sont égaux, il n'y a pas de machine spécifique.

Cela signifie que chacun des ordinateurs du réseau est libre de partager ses ressources. Un ordinateur relié à une imprimante pourra donc éventuellement la partager afin que tous les autres ordinateurs puissent y accéder via le réseau.

1.6.2 Architecture client/serveur

De nombreuses applications fonctionnent selon un environnement client/serveur, cela signifie que des machines clientes contactent un serveur, une machine généralement très puissante en terme de capacités d'entrée-sortie, qui leur fournit des services.

Dans un environnement purement Client/serveur, les ordinateurs du réseau (les clients) ne peuvent voir que le serveur, c'est un des principaux atouts de ce modèle.

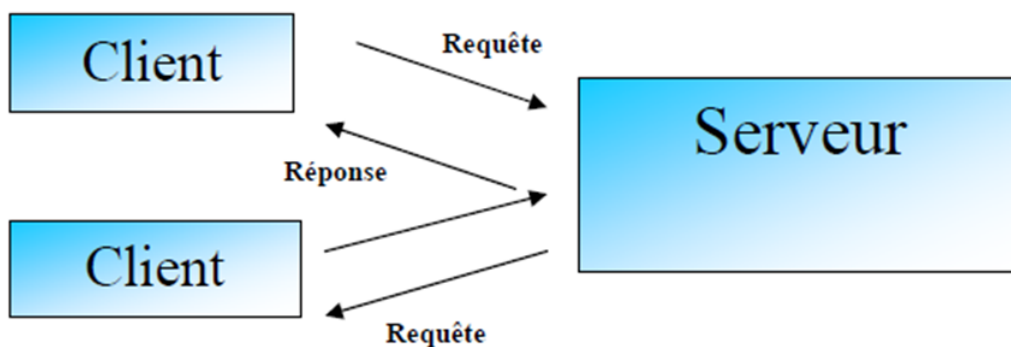


Figure 1.10 – Architecture client/serveur.[7]

- Le client émet une requête vers le serveur grâce à son adresse, demandant un service.
- Le serveur reçoit la demande et répond à l'aide de l'adresse de la machine. Dans cette architecture un seul inconvénient c'est que le serveur peut être épuisé notamment si il traite plusieurs clients.

1.6.3 Architecture Trois tiers

Dans l'architecture à 3 niveaux (appelées architecture 3-tier), il existe un niveau intermédiaire, c'est-à-dire que l'on a généralement une architecture partagée entre : Le client, le demandeur de ressources.

Le serveur d'application, le serveur chargé de fournir la ressource mais faisant appel à un autre serveur. Le serveur secondaire, fournissant un service au premier serveur.

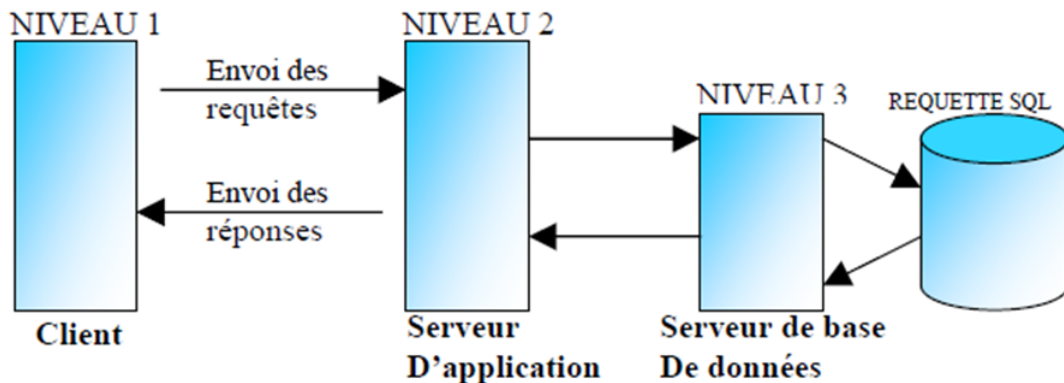


Figure 1.11 – Architecture Trois tiers.[7]

1.7 Qu'apportent les réseaux

Les réseaux permettent :

- Le partage des fichiers
- Le partage d'application : compilation, SGBD
- Partage de ressources matérielles : l'imprimante, disque...
- Télécharger des applications et des fichiers
- L'interaction avec les utilisateurs connectés : messagerie électronique, conférences électroniques, ...
- Le transfert de données en général : réseaux informatiques
- Les transfert de la parole : réseaux téléphoniques
- Le transfert de la parole, de la vidéo et des données : réseaux numérique à intégration de services RNIS ou sur IP.

1.7.1 Usage des réseaux : apport aux entreprises

Partager des ressources : imprimantes, disque dur, processeur, etc.

- Réduire les coûts : Exemple : au lieu d'avoir une imprimante pour chaque utilisateur qui sera utilisée 1 heure par semaine, on partage cette même imprimante entre plusieurs utilisateurs.
- Augmenter la fiabilité : dupliquer les données et les traitements sur plusieurs machines. Si une machine tombe en panne une autre prendra la relève.

- Fournir un puissant média de communication : e-mail, VC
- Faciliter la vente directe via l'Internet.

1.7.2 Usage des réseaux : apports aux individus

- Accès facile et rapide à des informations distantes : Informations de type financier : Paiement de factures, consultation de solde, etc. Recherche d'informations de tout genre : sciences, arts, cuisine, sports, etc. ; Accès à des journaux et bibliothèques numériques : News . . .
- Communication entre les individus : Vidéoconférence, courrier électronique, groupes thématiques (news groups), clavardage (chat), communication poste-à-poste (peer-to-peer), téléphonie et radio via Internet, etc.
- Divertissements et jeux interactifs : vidéo à la carte et toutes sortes de jeux (jeux d'échec, de combats, etc.)
- Commerce électronique (e-commerce) : transactions financières, achats en ligne à partir de son domicile.

1.8 conclusion

Ce premier chapitre nous a permis de consolider nos connaissances concernant les réseaux informatiques, et se familiariser avec les stratégies de communication ainsi que leurs architectures. Il nous a permis aussi d'avoir une vue générale sur l'impact des réseaux informatiques sur tout les cotés de notre vie.

Chapitre 2

Transmission des données

Chapitre 2

Transmission des données

2.1 Introduction

Nous abordons dans cette deuxième partie de notre travail, l'aspect de transmission des données. Nous exposons le principe de base d'une transmission des données et support technique ainsi que leurs caractéristiques. en suite nous présentons une vue globale sur la fibre optique. Les techniques de transmission des données numériques sont énoncées prochainement. Finalement une conclusion est tirée.

2.2 Transmission de données

2.2.1 Définition

La transmission de données entre un émetteur et un récepteur suppose que soit établie une liaison sur un support de transmission (appelée aussi voie de transmission ou canal) munie d'équipement de transmission à ses extrémités.

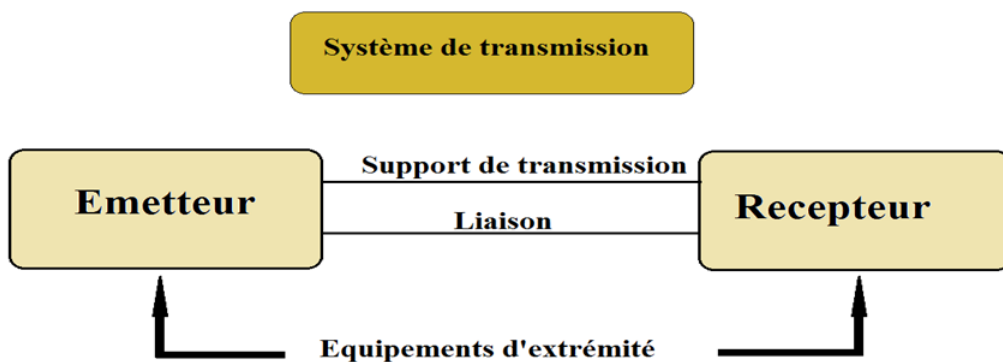


Figure 2.1 – Schématisation d'un système de transmission.[6]

Émetteur et récepteur sont désignés communément par les termes ETTD (Équipement Terminal de Traitement de Données) ou DTE en anglais (Data Terminal Equipment) terme normalisé désignant un équipement informatique connecté à un canal de transmission (ça peut être un ordinateur, un terminal ou autres).[6]

2.2.2 Les supports de transmission

Le terme support de transmission désigne le support physique qui permet de transporter les informations d'un appareil à un autre, il peut y'avoir différents types de supports de transmission de nature très divers : ligne téléphonique, câble coaxial, fibre optique, atmosphère et autres.

Ces supports sont classés en fonction de la gamme de fréquence qu'ils sont capable de tenir :

Catégories	La capacité
Catégorie 1	64 Kb/s
Catégorie 2	4 Mb/s
Catégorie 3	10 Mb/s
Catégorie 4	16 Mb/s
Catégorie 5	100 Mb/s
Catégorie 6	200 Mb/s
Catégorie 7	500 Mb/s

Tableau 2.1 – Le classement de supports de transmission selon leurs capacités.[6]

2.2.2.1 Câble coaxial

Il est composé d'un fil conducteur principal et central isolé (point chaud), d'une tresse, ou blindage, également conductrice (masse), qui forme une gaine pour le premier conducteur et qui est protégée par un isolant.



Figure 2.2 – un câble coaxial

Ce câble est utilisé pour transmettre des signaux hautes fréquences. Il relie la parabole au démodulateur et ressemble à du câble d'antenne traditionnel, mais est bien plus performant que ce dernier.

2.2.2.2 Câble Ethernet

Un câble Ethernet est l'une des formes les plus populaires de câble réseau utilisé sur les réseaux câblés. Les câbles Ethernet connectent des périphériques dans un réseau local , comme les PC, les routeurs et les commutateurs .



Figure 2.3 – le câble Ethernet

Étant donné que ce sont des câbles physiques, ils ont leurs limites, à la fois dans la distance qu'ils peuvent étirer et toujours porter les signaux appropriés, et leur durabilité. C'est une des raisons pour lesquelles il existe différents types de câbles Ethernet ; pour effectuer certaines tâches dans des situations particulières.

Catégorie UTP	Taux de transfert	La distance maximale	Type du câble	Applications
Cat1	Plus de 1 Mb/s	-	Paire torsadé	Câble téléphonique
Cat2	Plus de 4Mb/s	-	Paire torsadé	Token ring network
Cat 3	Plus de 10Mb/s	100 m	Paire torsadé	Token ring network
Cat4	Plus de 16 Mb/s	100 m	Paire torsadé	Ethernet ,fast ethernet
Cat5	Plus de 100Mb/s	100 m	Paire torsadé	Ethernet ,fast Ethernet, gigabit Ethernet
Cat5e	Plus de 1Gb/s	100 m	Paire torsadé	Gigabit Ethernet
Cat6	Plus de 10Gb/s	100 m	Paire torsadé	Gigabit Ethernet
Cat6a	Plus de 10Gb/s	100 m	Paire torsadé	Gigabit Ethernet
Cat7	Plus de 10Gb/s	100 m	Paire torsadé	Gigabit Ethernet

Tableau 2.2 – les catégories du câble Ethernet. [2]

2.2.2.3 Câble de Fibre optique

Un câble de fibre optique est un câble contenant une ou plusieurs fibres optiques aux lesquelles sont employés transportent la lumière.

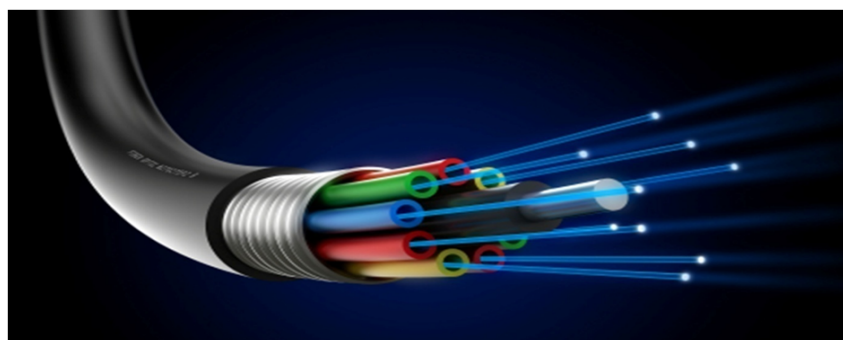


Figure 2.4 – : Câble de fibre optique

2.3 Caractéristiques des supports de transmission

L'infrastructure d'un réseau, la qualité de service offerte, les solutions logicielles à mettre en œuvre, dépendent largement des supports de transmission utilisés.

Les supports de transmission exploitent les propriétés de conductibilités des métaux (paires torsades, câble coaxial) ou celles des ondes électromagnétiques (faisceau hertzien, fibre optique).

Dans cette partie, nous allons passer en revue quelques caractéristiques essentiels des supports de transmission sachant que les possibilités de transmission (débit, taux d'erreurs, distance franchissable,) dépendent essentiellement des caractéristiques et de l'environnement de celui-ci.

Remarque : On désigne généralement par le terme émetteur la machine qui envoie les données et par récepteur celle qui les reçoit. Les machines peuvent parfois être chacune à son tour réceptrice ou émettrice (c'est le cas généralement des ordinateurs reliés par réseau).

2.3.1 Affaiblissement

Un canal de transmission atténue (affaiblit) l'amplitude du signal qui le traverse. Le phénomène d'atténuation correspond à une perte d'énergie du signal pendant sa propagation sur le canal, est s'accroît avec la longueur de celui-ci.

La quantité d'énergie perdue dépend très étroitement de la fréquence du signal et de la bande passante du système.

On mesure l'atténuation par le rapport : $A = P_s/P_e$

Où P_s est la puissance du signal à la sortie du canal P_e puissance du signal à l'entrée du canal.

Il est courant d'exprimer l'atténuation en décibels (dB) sous la forme $10\log(P_s/P_e)$ (elle est aussi exprimée en décibels par kilomètre).

Remarque : Dans la plupart des cas, le taux d'atténuation d'un canal est connu et il peut être possible, en associant des amplificateurs correcteurs de compenser l'atténuation dès que celui-ci atteint une valeur trop grande.

2.3.2 Déphasage

Le déphasage, encore appelé distorsion de phase, implique un retard du signal reçu par rapport au signal émis dû au temps de propagation de ce signal de l'émetteur vers le récepteur.

La figure suivante illustre les phénomènes d'atténuation et de retardement subis par un signal de forme sinusoïdale.

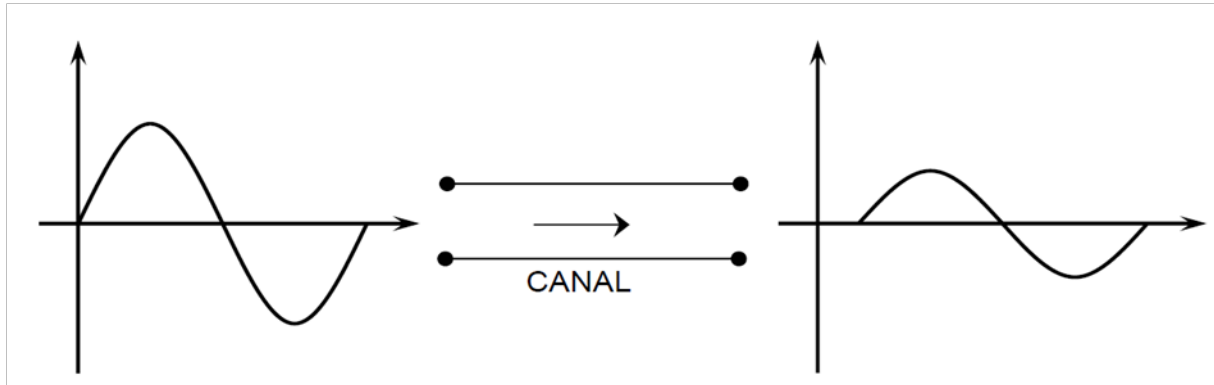


Figure 2.5 – Illustration des phénomènes d'atténuation et de retardement subis pour un signal sinusoïdal traversant un canal.[3]

Remarque : Le terme « déphasage » ne concerne en toute rigueur que les signaux sinusoïdaux (la phase est un angle) ; pour les autres signaux le terme exact est « décalage (temps) » ; mais on a coutume par simplification d'utiliser le terme « déphasage » quelle que soit la forme des signaux.

2.3.3 Bande passante

La largeur de la bande passante est la caractéristique essentielle d'un support de transmission, qui se comporte généralement comme un filtre qui ne laisse donc passer qu'une bande limitée de fréquence appelée bande passante. Toute fréquence en dehors de cette bande sont fortement affaiblie.

Exemple : une ligne téléphonique ordinaire ne laisse passer que les signaux de fréquence comprise entre 300Hz et 3400Hz. Au dehors de cette bande les signaux sont fortement atténuée et ne sont plus compréhensible, on dit alors que la bande passante d'une telle ligne est de 3400–300 Hz soit 3100Hz.

Par contre un câble coaxial utilisé dans les réseaux locaux a une bande passante nettement supérieure dont la largeur est de l'ordre des centaines de MHz (300 à 400 MHz).

Il est important de noter que lorsqu'on parle de bande passante W (en Hz), on indique une longueur d'intervalle sans préciser les bornes de cet intervalle. [3]

Remarque : Un support de transmission, caractérisé comme on a vue précédemment par une bande passante limitée, ne peut donc en aucun cas transmettre fidèlement un tel signal et celui-ci ne peut être transmis qu'ampute de ses fréquences se trouvant en dehors de la bande passante du canal. On montre cependant que pour garantir une transmission

correcte du signal, il n'est pas nécessaire que le canal transmette fidèlement toutes les fréquences du signal, mais il suffit qu'il transmette correctement que la largeur de bande de ce signal.

2.3.4 Bruit

Le bruit est un signal perturbateur provenant du canal lui même ou de son environnement externe. Il est de comportement aléatoire et vient s'ajouter au signal véhiculant les informations et provoquer ainsi les erreurs de transmission.

On distingue généralement deux types de bruit : le bruit blanc et le bruit impulsif.

- **bruit blanc** : Le bruit blanc est un bruit dont la puissance est uniformément répartie dans toute la bande passante du canal, il s'agit essentiellement d'un bruit provoqué par l'agitation thermique des électrons dans le conducteur électrique.
- **bruit impulsif** : Comme son nom l'indique ce type de bruit est à caractère impulsif, il se présente sous forme de tensions perturbatrices de valeur élevée mais de durée brève. Ces bruits sont très gênants pour la transmission de données, car le signal perturbateur modifie la forme du signal reçu à des instants quelconques (aléatoires) telles qu'il se produit des erreurs à la réception. Les sources de bruit impulsif sont nombreuses.

Remarque : On appelle un bruit blanc par analogie à la lumière blanche qui possède une densité spectrale uniforme. Le concept de bruit blanc n'est permis qu'à travers des systèmes linéaires

Notion de rapport signal sur bruit

La quantité de bruit présente sur un canal de transmission, est exprimé par le rapport de la puissance du signal transmis sur la puissance de bruit et prend le nom de rapport signal sur bruit, nous écrivons ce rapport S/B et on a coutume de l'exprimer sous la forme $10\log S/B$ en décibels (dB).

Ce rapport varie dans le temps, puisque le bruit n'est pas uniforme, toutefois on peut en estimer une valeur moyenne sur un intervalle de temps. Le rapport signal sur bruit est aussi une caractéristique d'un canal de transmission.

2.4 Généralités sur la fibre optique

2.4.1 Définition

Une fibre optique est un fil en verre très fin qui a la propriété d'être un conducteur d'impulsions lumineuses et sert dans la transmission de données.

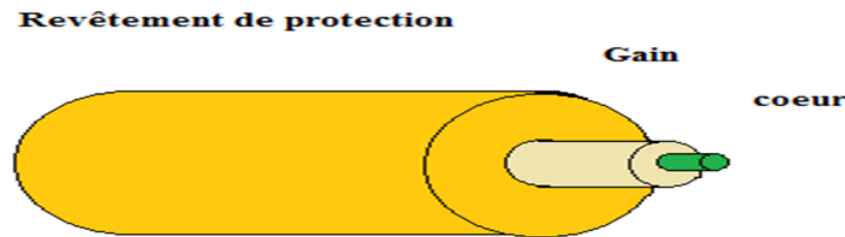


Figure 2.6 – Schéma constitutif d'une fibre optique

2.4.2 Décomposition de la fibre optique

Une fibre optique est composée de trois parties : le cœur, la gaine et la protection. Le cœur est constitué de silice (SiO_2 =dioxyde de silicium) qui va utiliser la réflexion totale de la lumière pour transmettre des données.

La gaine optique est elle aussi composée de silice mais à un niveau de qualité inférieur car elle n'est pas utilisée pour transmettre des données.

Enfin, la protection est destinée comme son nom l'indique à protéger la fibre mais aussi permettre de la manipuler facilement sans problème.

2.4.3 Les différents types de fibre optique (multimode et monomode)

Il existe deux grands types de fibre optique : la fibre multimode et la fibre optique monomode. On parle de fibre multimode quand le diamètre du cœur de la fibre est important, c'est à dire de 50 à 60 microns environ et lorsque plusieurs rayons appelés « modes », sont transportés dans la fibre optique de manière simultanée.

Et on parle de fibre optique monomode lorsque le diamètre du cœur est très petit et lorsqu'on envoyé qu'un seul rayon lumineux dans la fibre.

2.4.3.1 La fibre monomode

La fibre optique monomode a un cœur dans dont le diamètre est inférieur ou égale à $10\mu\text{m}$, ce qui permet le passage d'un unique rayon lumineux dans la fibre optique qui suit l'axe de la fibre.

Il n'y a donc plus de phénomène de dispersion des temps de propagation d'où un très grand débit.

Débit : environ 100 Gbit/s

Portée maximale : environ 100 Km

Affaiblissement : 0,5 dB/Km

La fibre monomode est la meilleure fibre existante à l'heure actuelle. C'est ce type de fibre qui est utilisé pour les différentes connexions mondiales

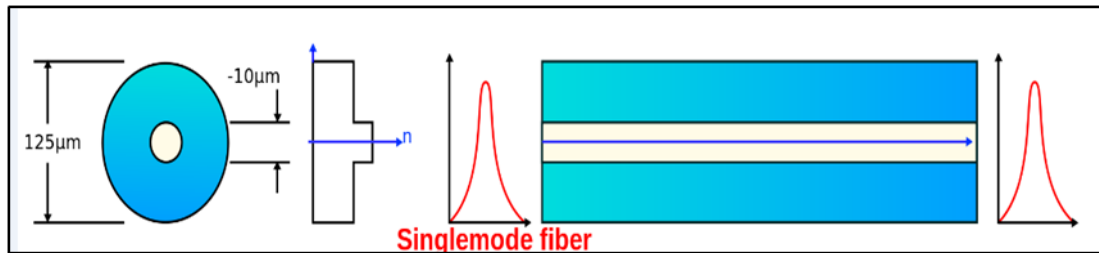


Figure 2.7 – Fibre Monomode(SM)

2.4.3.2 La fibre optique multimode a saut d'indice

Les fibres optiques multimodes à saut d'indice ont un cœur avec un d'indice constant, et une gaine sombre, il y a alors réflexion des rayons lumineux à la limite entre les deux matériaux.

Cependant, le chemin optique varie, ce qui est gênant puisqu'un même signal se retrouve étendu à la sortie.

Débit : environ 100 Mbit/s

Portée maximale : environ 2 Km

Affaiblissement : 10 dB/Km

Les fibres optiques multimode à saut d'indice sont donc utilisés sur de courte distance car le signal est modifié.

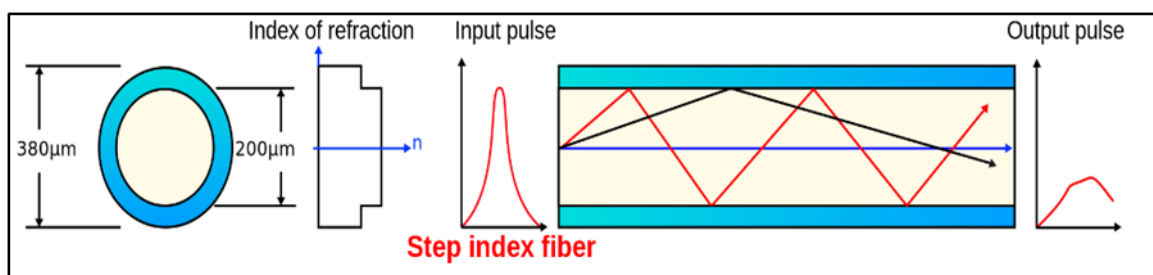


Figure 2.8 – Fibre Multimode à saut d'indice

2.4.3.3 Fibres optique multimodes à gradient d'indice

Dans la fibre optique multimode à gradient d'indice, les ondes passant par le centre sont les moins rapides mais parcourant moins de chemin elles arriveront en même temps que celles en périphérie.

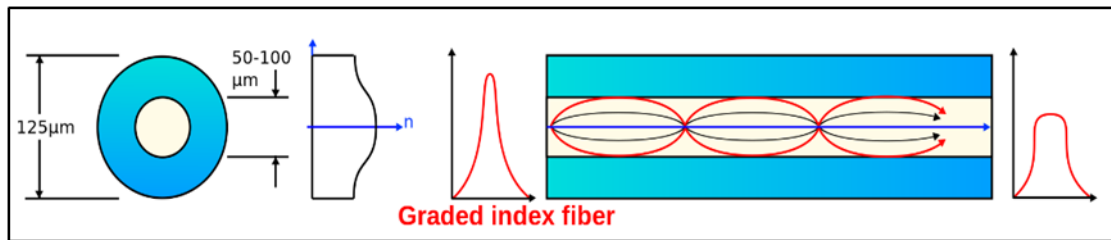


Figure 2.9 – Fibres optique multimodes à gradient d'indice.

2.5 Techniques de transmission de données sous forme d'un signal numérique

2.5.1 Généralités

Il est possible de faire une classification de l'information en deux catégories :

- l'information analogique ;
- l'information numérique.

La distinction entre les grandeurs analogique et numérique est essentiellement liée au nombre d'états ou de valeurs que la grandeur en objet peut avoir.

- Si à l'intérieur d'un certain intervalle la grandeur peut assumer (assurer ou avoir) toute les valeurs possibles avec continuité, alors la grandeur est de type analogique (exemple : intensité de la voie, tension fournie par un générateur variable).
- Par contre si à l'intérieur d'un intervalle la grandeur prend des valeurs "distantes" les unes des autres, donc un nombre fini de valeurs dans ce cas la grandeur est de type numérique.

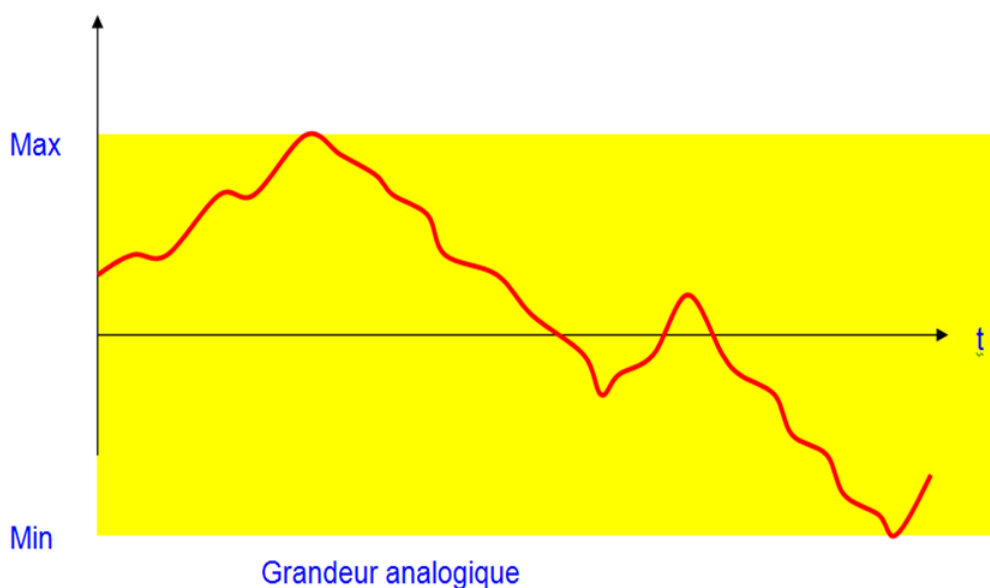


Figure 2.10 – Signal analogique.

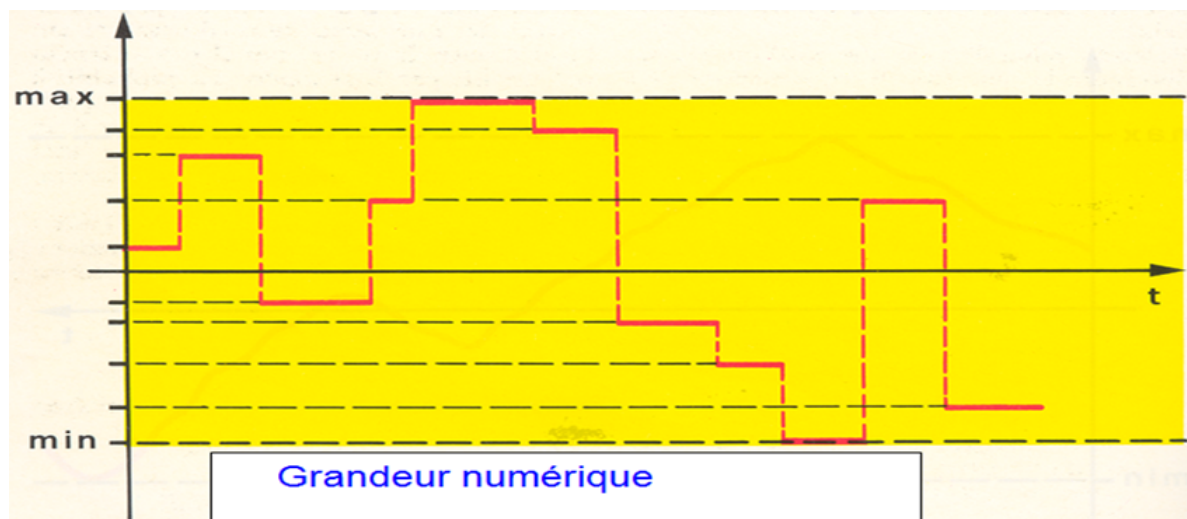


Figure 2.11 – Signal numérique.

Dans cette partie on va baser sur la transmission de données sous forme d'un signal numérique. Il existe plusieurs techniques, et les plus courants sont par :

- Le codage ;
- Mode de transmission ;
- Modes d'exploitation d'un support de transmission (sens d'information)

2.5.2 Le codage

Les réseaux informatiques se fondent sur la numérisation des informations, c'est-à-dire la représentation des données par des suites de ' 0 ' et de ' 1 '. Ils englobent la transmission de ces données, leur mémorisation dans des mémoires de stockage et enfin leur utilisation.

La première étape consiste donc à ramener les informations que nous voulons échanger à un ensemble d'informations binaires à l'aide de techniques de codage. Pour cela, on utilise des codes, qui font correspondre à chaque caractère une suite précise d'éléments binaires ou bit (abréviation universellement reconnue de « binary digit »).

La longueur du code va dépendre du nombre de caractère que l'on veut représenter, on sais par exemple qu'avec deux éléments binaires, on peut obtenir quatre configuration (00,01,10,11) susceptibles de coder quatre caractères. En généralisant un code à ' n ' éléments binaires permet de représenter 2^n caractères distincts.

Plusieurs codes ont été normalisés afin de rendre compatibles des équipements informatiques d'origines diverses. Les principaux codes utilisés sont les suivants :

- **Code ASCII (American Standard Code Information Interchange)** : code à 7 bits, soit 128 caractères disponibles.

- **Code EBCDIC (Extended Binary Coded Decimal Interchange Code) :** est un code de longueur 8 d'origine IBM (International Business Machine) utilisé dans les ordinateurs du constructeur. Ce code autorise jusqu'à 256 caractères.

Après l'étape de codage intervient l'étape de la transmission, c'est à dire l'envoi des suites binaires de caractères vers l'utilisateur final des ces informations. Pour transmettre ces informations binaires sur un canal de transmission, il est nécessaire de les transformer au préalable en un signal électrique.

La méthode la plus simple consiste à représenter l'élément binaire '0' par une tension V_0 , et l'élément binaire '1' par une tension V_1 , Le signal électrique ainsi obtenue prend la forme d'une suite d'impulsion (signal rectangulaire) qui donne une correspondance directe entre les informations binaires élémentaires (ou bits) et les impulsions.

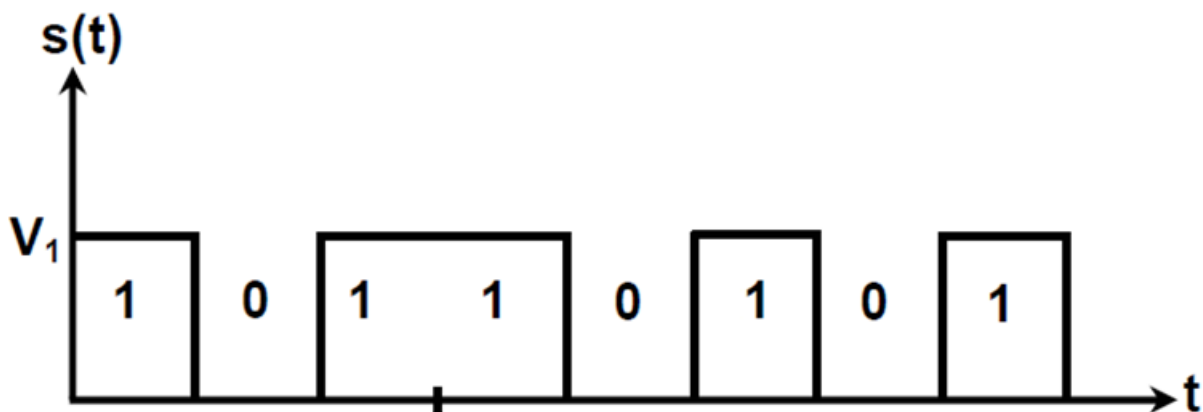


Figure 2.12 – Suite d'impulsion représentant la séquence d'information 10110101

2.5.3 Mode de transmission

Le transfert d'information entre deux équipements informatiques est effectué en fonction des besoins et des caractéristiques des éléments suivants :

2.5.3.1 Transmission parallèle

Pour transférée des données entre deux équipements informatiques, il peut être intéressant notamment lorsque ces équipements sont séparés par une courte distance, d'envisager une transmission en parallèle (exemple du câble parallèle qui relie un ordinateur et une imprimante), cela aura pour effet de réduire le délai de transfert et d'avoir une grande vitesse de transmission (débit).

Dans ce type de transmission, les bits sont envoyés sur des fils métalliques distincts pour arriver ensemble à destination, par exemple pour transmettre un octet, on émet huit signaux sur huit fils différents .

A l'intérieur d'un ordinateur, les données sont manipulées sous une forme parallèle, l'unité de donnée la plus courante est l'octet (bloc de 8 bits).

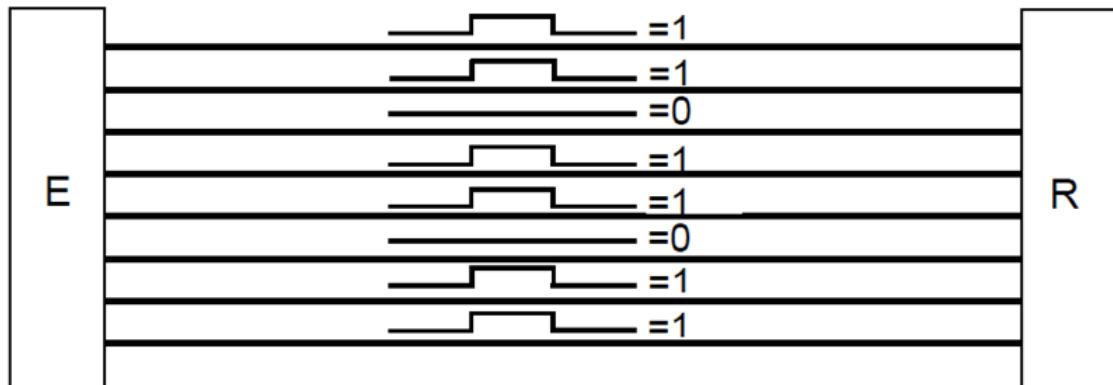


Figure 2.13 – Transmission parallèle

2.5.3.2 Transmission en série

Lorsque la distance séparant les équipements informatiques dépasse quelques mètres, la transmission en parallèle ne peut plus être utilisée, pour des raisons de coût (nombre de fils élevé), mais également pour des difficultés de mise en oeuvre inhérente au délai de propagation (retard) qui peut varier d'une ligne à l'autre.

On utilise alors la transmission en série où les bits sont envoyés les uns derrière les autres sur un unique support de transmission (la transmission série, est en général utilisé pour les communications à longue distance, c'est le cas des réseaux informatiques car elle est adapté au support de transmission usuel).

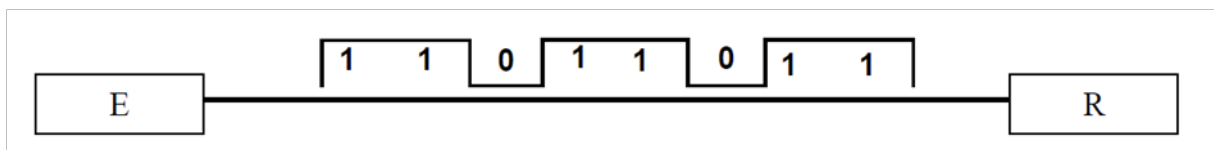


Figure 2.14 – Transmission série

A la sortie de l'organe traitant l'information (ordinateur), les éléments binaires se présente en parallèle (par exemple en octet). Toutefois, lorsque ces données binaires arrivent sur un canal de transmission leur signal doit changer, il faut disposer donc d'un appareillage qui réalise la conversion de la forme parallèle à la forme série (ces opérations de conversion sont également mise en oeuvre dans des dispositifs physique construit autour de registre à décalage).

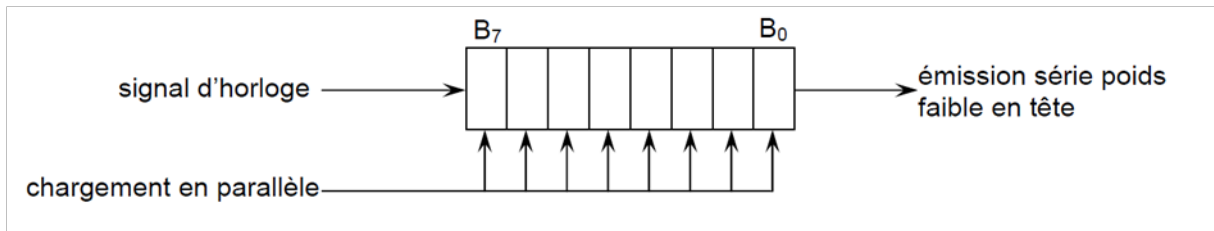


Figure 2.15 – Conversion parallèle série

Au rythme d'un signal d'horloge, le registre est décalé d'une position. A la réception, le processus inverse doit être prévu, les données arrivant en série, il faut les remettre en parallèle pour les traiter. La conversion série parallèle est alors réalisée d'une façon identique avec un registre à décalage

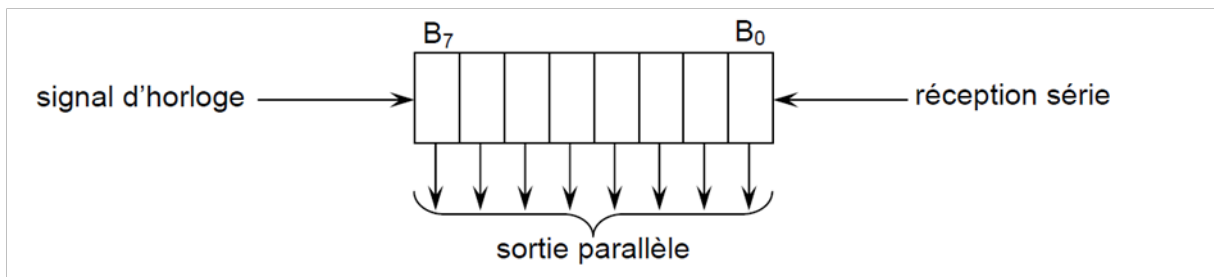


Figure 2.16 – Conversion série parallèle

A chaque arrivée d'un bit, les précédant sont décalés d'une position à gauche. Quand le registre est plein, il peut être vidé en parallèle B7 B0 chargement en parallèle signal d'horloge émission série poids faible en tête sortie parallèle B7 B0 signal d'horloge réception série

2.5.4 Modes d'exploitation d'un support de transmission (sens d'information)

L'exploitation d'un canal de transmission peut s'effectuer suivant différents modes qui sont :

Mode simplex : dans ce mode, une seule extrémité émet et l'autre reçoit (transmission unidirectionnelle). Ce type de transmission est utilisé dans la diffusion radio et TV par exemple. Ce mode présente l'inconvénient de ne pas savoir si tout a été reçu par le destinataire sans erreur.

Mode semi duplex (half duplex) : ce mode, appelé aussi bidirectionnel à l'alternat, permet une transmission dans les deux sens, mais alternativement. Chacune des deux extrémités reçoit et émet à tour de rôle, jamais simultanément. L'exemple le plus typique

est la conversation par « talkie/walkie », l'utilisateur est à l'écoute et il doit couper l'écoute s'il désire parler. Par rapport aux transmissions simplex, il est nécessaire de disposer de transmetteur (émetteur) et récepteur aux deux extrémités

Mode duplex (full duplex) : ce mode, appelé aussi bidirectionnel simultanés permet une transmission dans les deux sens en même temps, comme si deux interlocuteurs parlaient simultanément, en supposant que chacun entend et parle en même temps. Comme exemple, citons le téléphone. Cette technique nécessite l'utilisation de deux voies de transmission, une pour l'émission, l'autre pour la réception. Notons toutefois qu'une liaison full duplex peut être multiplexé.[*]

Nous avons représenté ces divers modes dans la figure suivante :

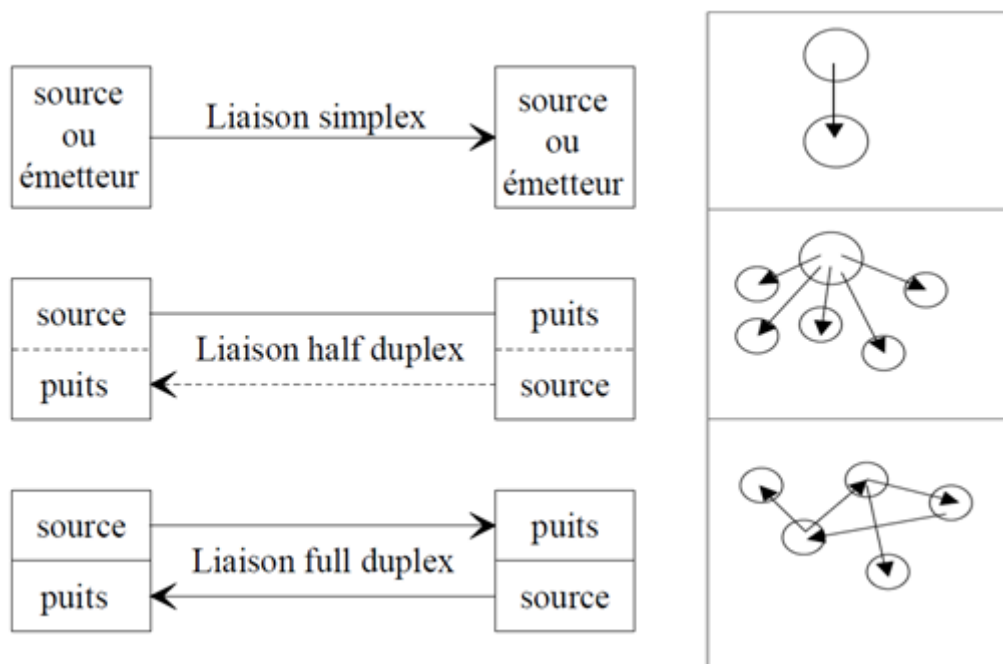


Figure 2.17 – mode de transmission dans un canal

2.6 Conclusion

Dans ce présent chapitre nous avons présenté une vue globale sur la transmission des données ainsi que ses supports techniques et caractéristiques. Ce chapitre nous a initialisé a la simulation de transmission des données par fibre optique..

Chapitre 3

Simulation d'une liaison de transmission par
fibre optique

Chapitre 3

Simulation d'une liaison de transmission en fibre optique

3.1 Introduction

Cette troisième partie de notre travail est consacrée à la simulation d'une liaison de transmission par fibre optique entre deux points (Tizi-Ouzou et Azazga). Pour mener à terme cette étude, nous avons présenté tout d'abord la stratégie de travail ainsi que les appareils utilisés et ses installations. En suite nous avons exposé en détail la configuration de logiciel U2000TC pour la réalisation de la simulation. A la fin de cette étude un test est réalisé afin de vérifier la réussite de la transmission

3.2 Présentation d'organisme de travail

3.2.1 Algérie Télécom

Algérie Telecom est le leader sur le marché algérien qui connaît une forte croissance dans le domaine des Réseaux et Télécommunications. Offrant une gamme complète de services de voix et de données 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 usagers.

Elle a été créée le 10 avril 2003 d'une séparation des activités postales et télécommunications des anciens services de PTT. En 2014 Algérie Telecom a connu une réorganisation et la solution choisie a été celle de créer un groupe télécom d'Algérie qui disposera de tous les moyens de l'Etat en matière de télécommunications ». C'est-à-dire qu'il regroupera les trois filiales, fixe (AT) mobile (ATM) et satellitaire (ATS). Ce nouveau groupe s'occupera

de management économique et aussi mutualiser les ressources humaines et réaliser des achats groupés, ce qui coûtera beaucoup moins cher.

Algérie Telecom a trois objectifs dans le domaine des technologies de l'information et de communication :

- 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 présentations rendues et rendre plus compétitifs les services de télécommunications ;
- Développer un réseau national de télécommunication fiable et connecté aux autoroutes de l'information.

3.2.2 Présentation de centre d'accueil CRMET de Tizi-Ouzou

Le centre CRMET (centre régional de maintenance des équipements de transmission) est un centre d'installation des équipements des télécommunications de différentes marques très connues tels que : Huawei, SIEMENS, ... et d'acheminement de différentes liaisons de transmission entre plusieurs sites et localités par le moyen des supports de transmissions (fibre optique).

Le CRMET assure les tâches suivantes :

- Etude, installation et mise en service des équipements de transmissions haut débit à fibre optique (155Mb/s, 622Mb/s, 2,5 Gb/s... 20 Gb).
- Installation et mise en service des liaisons spécialisées au profit des clients professionnels (liaison spécialisée data, liaison spécialisée internet et liaison spécialisée téléphonique).
- Relève de dépannage de ces dites liaisons.
- Assure la maintenance des équipements de transmissions.

3.3 Description du travail

Dans cette période d'internat, nous avons réalisé une liaison de transmission de données optique (réseau d'Intranet) qui se rapporte entre deux points : Par exemple la banque (BADR) d'Azazga et du CA de TiziOuzou.

Les appareils utilisés dans cette expérience sont énumérés ci-dessous :

- Câbles d'Ethernet
- Fibre optique

- Routeurs
- Modems
- Métro 1000 de Huawei Optix
- Reglets électriques

Le diagramme du réseau est décrit ci-dessous :

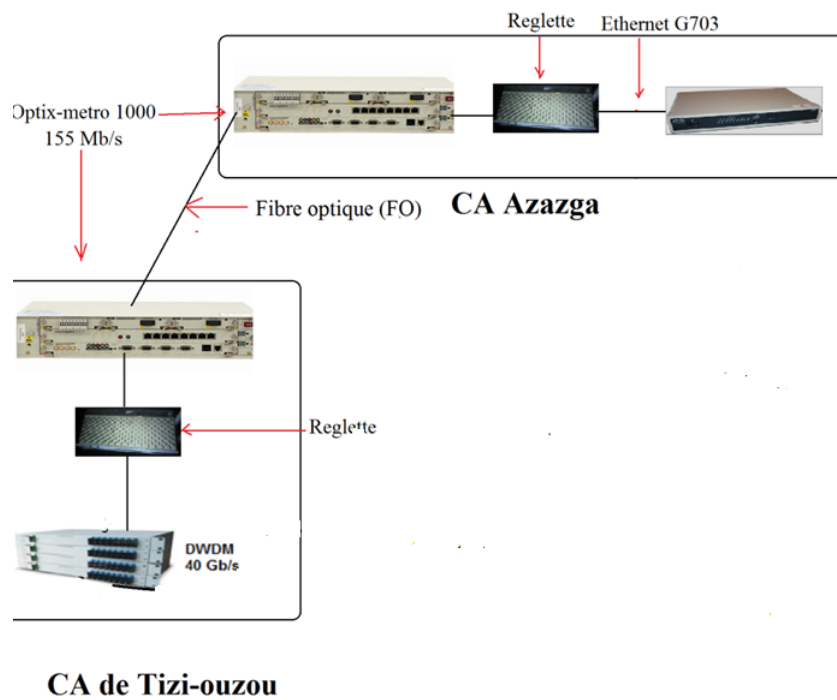


Figure 3.1 – Diagramme de réseau d’Intranet

3.4 Les appareils utilisés

3.4.1 Ligne de transmission

Dans les communications et la technologie électronique, une ligne de transmission est un câble spécialisé ou toute autre structure conçue pour porter le courant alternatif de la radiofréquence, c.-à-d., courants avec une fréquence assez haut que leur nature de vague doit être tenue compte.

Dans notre application ; on va utilisé trois types de câbles : un câble Ethernet, un câble de fibre optique et un câble coaxial

3.4.2 Le modem SIEMENS STU

Appareil électronique utilisé en télécommunication et en transmission de données qui assure la modulation des signaux émis et la démodulation des signaux reçus. (Il permet notamment l'échange d'informations entre des ordinateurs par le réseau téléphonique.)



Figure 3.2 – le modem SIEMENS STU.

3.4.3 Le métro 1000

L'OptiX Metro 1000, un type d'équipement en forme de boîtier STM-1, a été développé par Huawei pour permettre l'accès à plusieurs types de services. Il peut être utilisé dans la couche d'accès des Réseaux de zone métropolitaine (MAN) et des réseaux de transmission locaux pour accéder aux lignes privées VIP.



Figure 3.3 – Optix-merto 1000

3.4.4 Un routeur

Un routeur est un élément intermédiaire dans un réseau informatique assurant le routage des paquets entre réseaux indépendants. Ce routage est réalisé selon un ensemble de règles formant la table de routage.



Figure 3.4 – un routeur.

3.4.5 Un commutateur réseau

Un commutateur réseau (en anglais switch), est un équipement qui relie plusieurs segments (câbles ou fibres) dans un réseau informatique et de télécommunication et qui permet de créer des circuits virtuels.

La commutation est un des deux modes de transport de trame au sein des réseaux informatiques et de communication, l'autre étant le routage¹.

Dans les réseaux locaux (LAN), il s'agit le plus souvent d'un boîtier disposant de plusieurs ports Ethernet (entre 4 et plusieurs centaines), il a donc la même apparence qu'un concentrateur (hub).

Il existe aussi des commutateurs pour tous les types de réseau en mode point à point comme pour les réseaux ATM, relais de trames, etc



Figure 3.5 – commutateur réseau

3.4.6 un cadre de distribution principal (en anglais main distribution frame)

Dans la téléphonie , un cadre de distribution principal (MDF ou cadre principal) est un cadre de distribution de signal pour le raccordement de l'équipement (à l' intérieur de l'usine) aux câbles et à l' équipement de l' abonné (usine extérieure).

Le MDF est un point de terminaison dans l' échange téléphonique local où les équipements d'échange et les terminaisons des boucles locales sont connectés par des fils de jonction au MDF.

Toutes les paires de câbles de cuivre fournissant des services par l' intermédiaire des lignes téléphoniques utilisateur sont terminées au MDF et distribuées par le MDF à l'équipement de l'échange local, par exemplerpéteurs et DSLAM . Les câbles sur les cadres de distribution intermédiaires(IDF) se terminent au MDF.

Les câbles réseau peuvent se terminer sur le même MDF ou sur un cadre de distribution principal principal (TMDF) séparé.

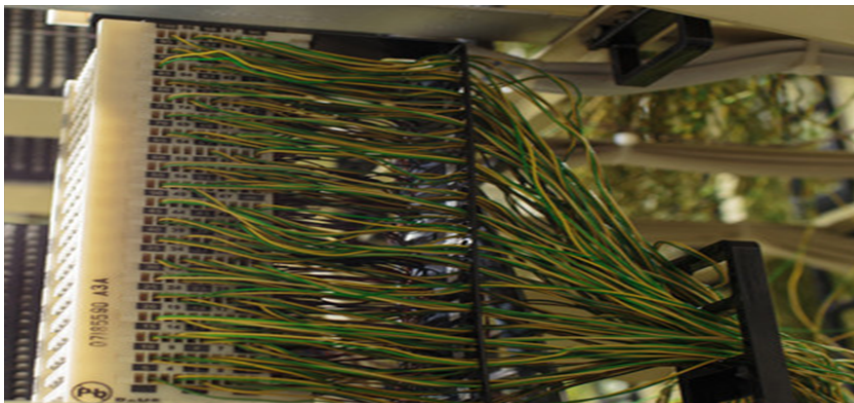


Figure 3.6 – le cadre de distribution principal

Pour chaque abonné nous employons deux paires de fils de cuivre, une paire pour la transmission, l'autre pour la réception.



Figure 3.7 – une règlette électrique

3.5 Technologie utilisée

La technologie SDH (Synchronisation Digitale Hiérarchie) répond à certains nombre d'objectifs qui sont la flexibilité, la visibilité, la facilité d'exploitation, la prise en compte des évolutions futures vers les hauts débits et l'interconnexion des systèmes.

Le SDH utilise le multiplexage synchrone qui procure une visibilité directe des signaux transportés à l'intérieur d'une trame à 155 Mbit/s. Cette technologie est essentiellement orientée vers la transmission sur fibres optiques qui a permis de diminuer les contraintes de débit.

3.6 Installation et configuration des appareils

Afin de réaliser le réseau, nous avons effectué la première fois le travail de matériel en installant tous les matériaux, câblés leur, comme montré ci-dessous :



Figure 3.8 – Réalisation de la liaison de transmission de données optique.

Après celle, nous avons effectué les tâches de logiciel en configurant les modems et l'optix-métreo 1000 :

3.6.1 Configuration de modem

Dans notre travail, nous avons employé le modem SIEMENS STU qui a un port pour la ligne d'Ethernet (SH.DSL) afin de transmettre les signaux modulés, et deux interfaces, G703 et X.21, afin de transmettre les données au taux différent. (2 Mb/s pour G703).



Figure 3.9 – Raccordement des deux modems SIEMENS STU

Nous pouvons noter que le modem a beaucoup d'alarmes ; certains d'entre elles sont décrits ci-dessous :

LOA-RX : S'allumer si le modem ne reçoit pas des signaux ;

LOA-TX : S'allumer si le modem ne transmet pas des signaux ;

LOS/LFA-T/V : G703 interface ;

LOS/LFA-U : SH.DSL ligne.

Pour configurer le modem, nous le relierons d'abord à un ordinateur, et alors nous lançons l'application ULAF+ et insérons l'identification de l'utilisateur (ID) et le mot de passe :

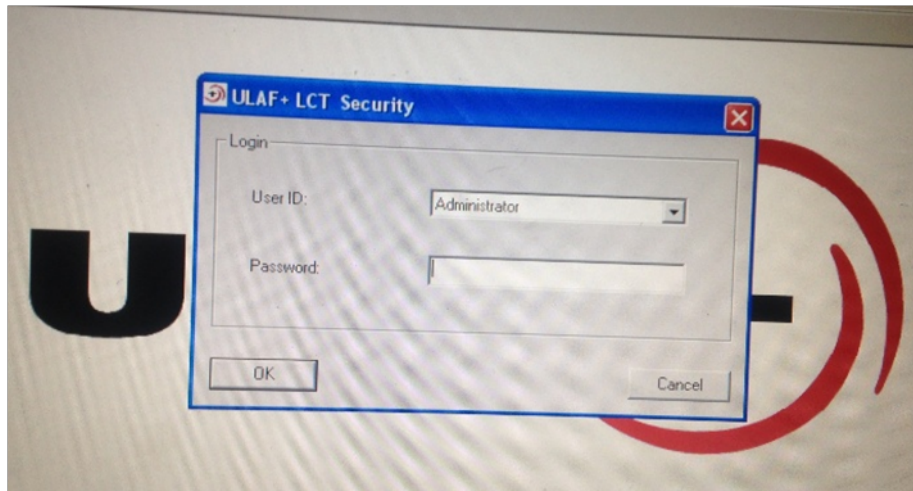


Figure 3.10 – Lancement de ULAF+

Alors une fenêtre apparaît qui montre les deux modems se reliant (client et maître), et les différentes alarmes comme montré ci-dessous :

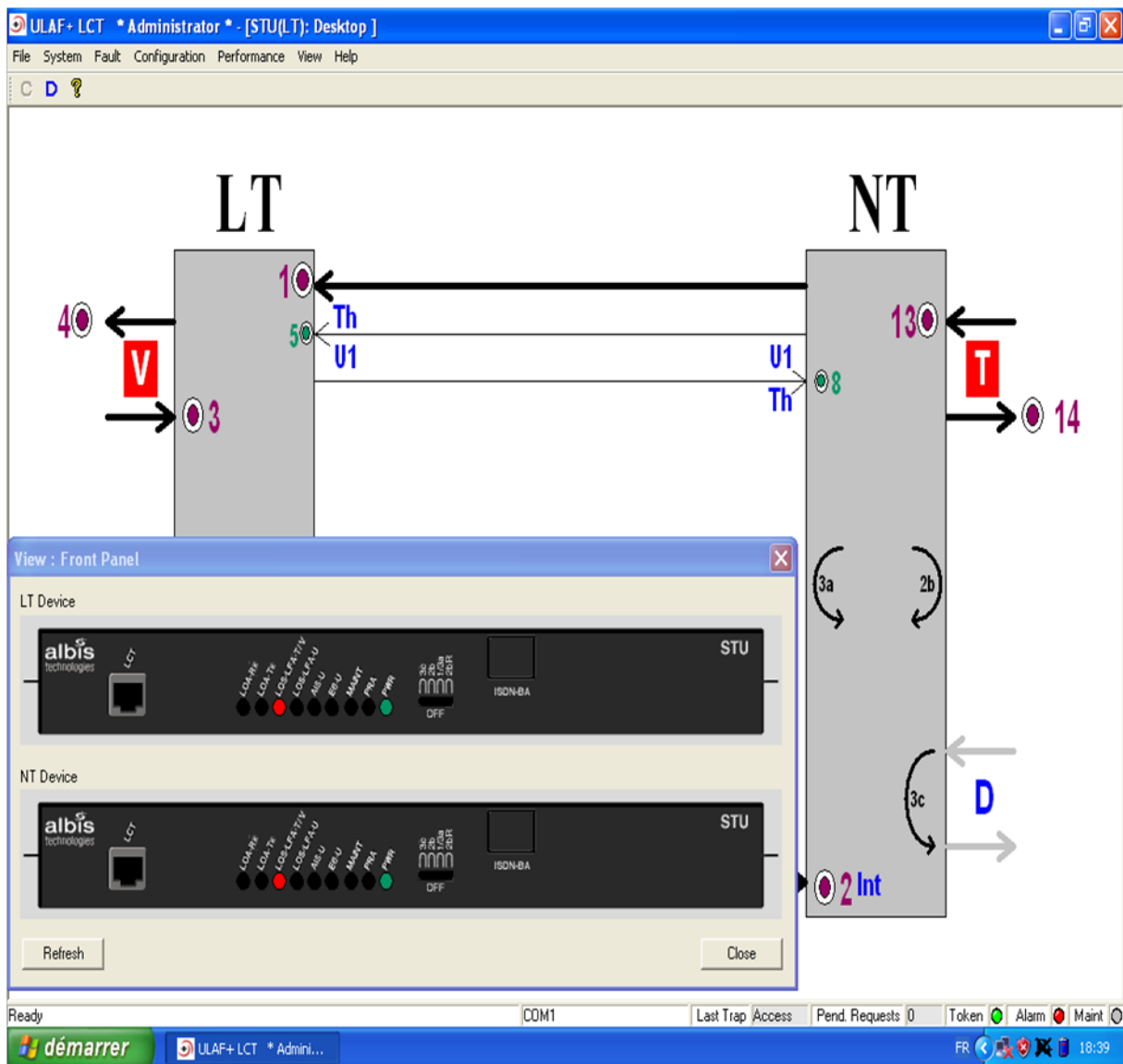


Figure 3.11 – À l'intérieur du logiciel.

Nous cliquons dessus la « Configuration » et alors « line », puis une fenêtre apparaît :

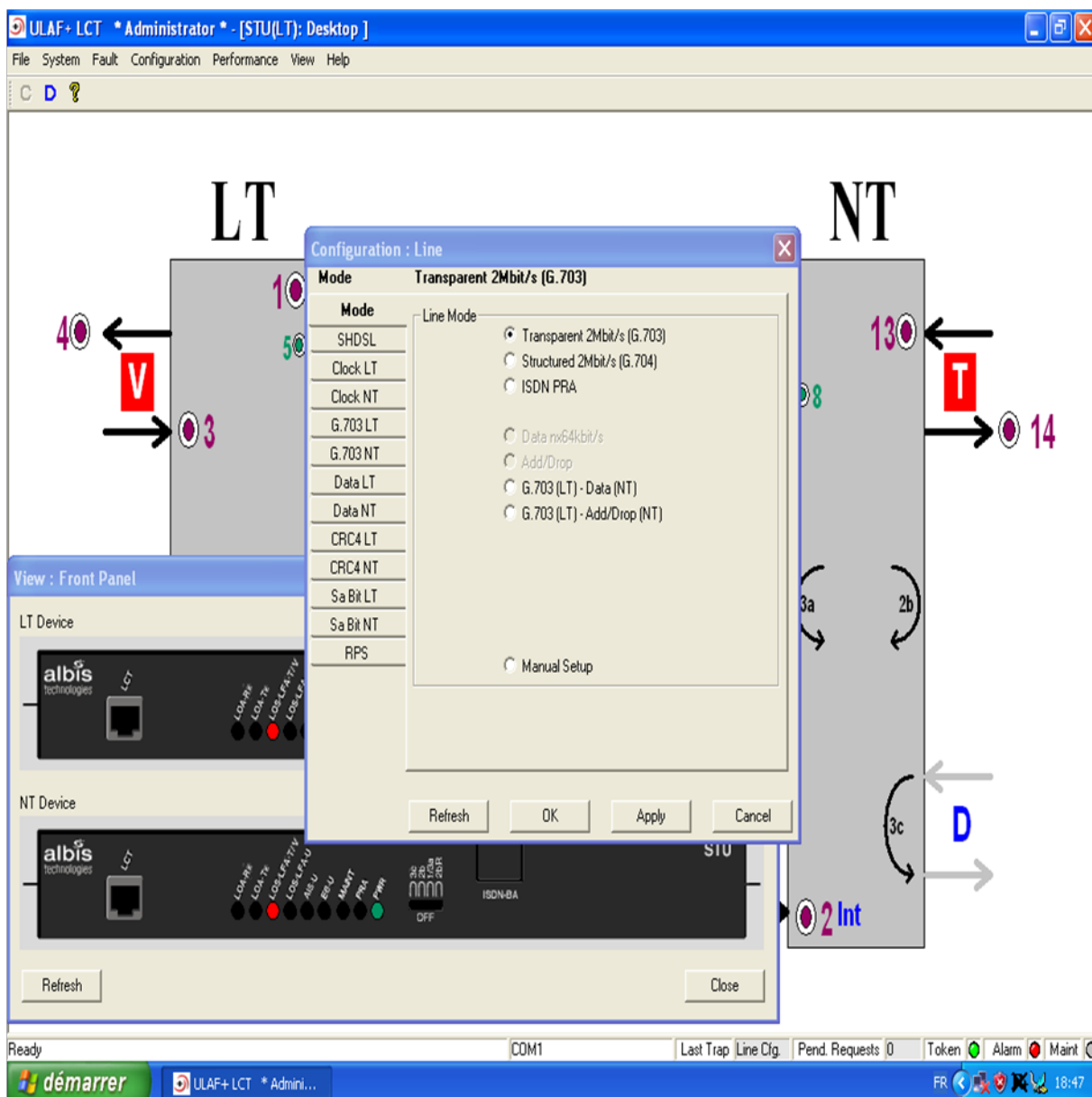


Figure 3.12 – Configuration du modem

Nous choisissons l'interface G703 pour les données de transmission (2Mb/s transparent), puis sur ok, et notre modem est configuré.

3.6.2 Configuration de l'Optix-méto 1000 155Mb/s

La configuration de l'équipement est réalisée par l'application T2000(ou U2000). Nous nous relierons d'abord entre l'équipement deux par la fibre optique, et nous relierons l'un d'entre eux à l'ordinateur (maître) comme montré ci-dessous :



Figure 3.13 – Relier deux l'Optix-métro 1000

Tout d'abord il faut Configurer la carte réseau ; chaque modem procède ca propre adresse IP et celle de modem huawei est la suivante 129.9.0.X

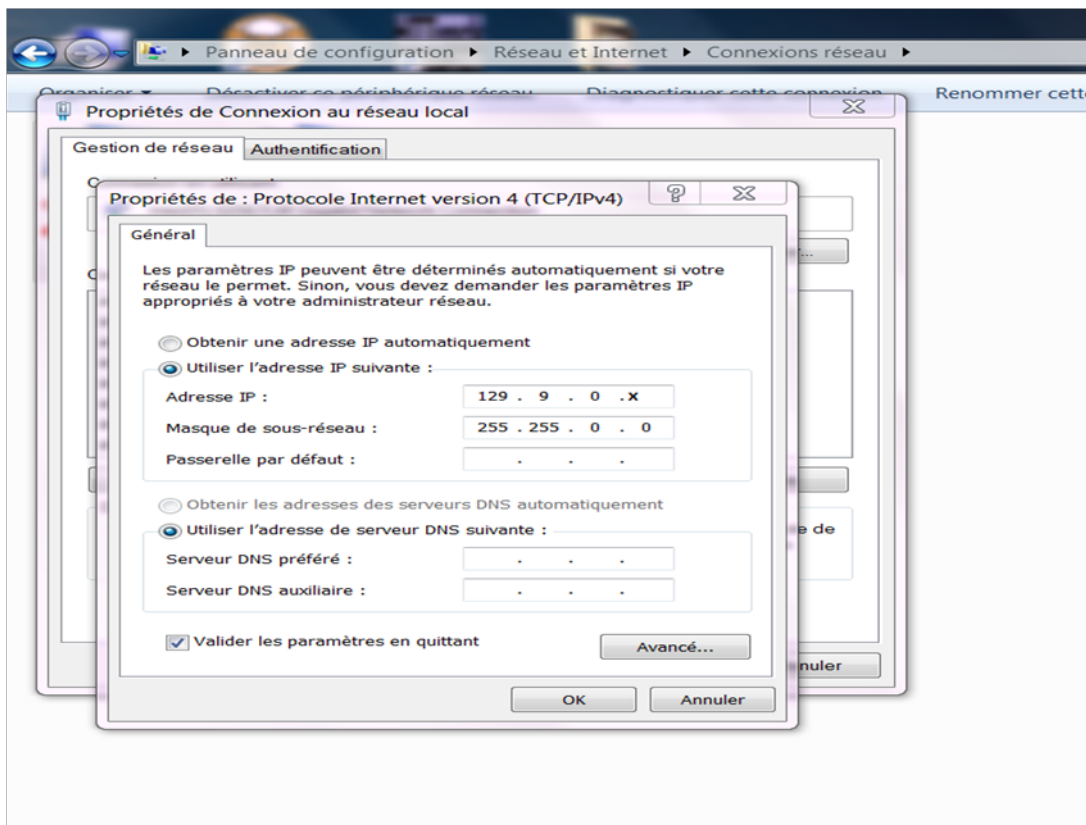


Figure 3.14 – la configuration de la carte réseaux

On lance U2000 LCT server et on ouvre U2000 LCT Client



Figure 3.15 – 2000 LCT server, U2000 LCT Client et le mot de passe.

Et alors une fenêtre apparaît :

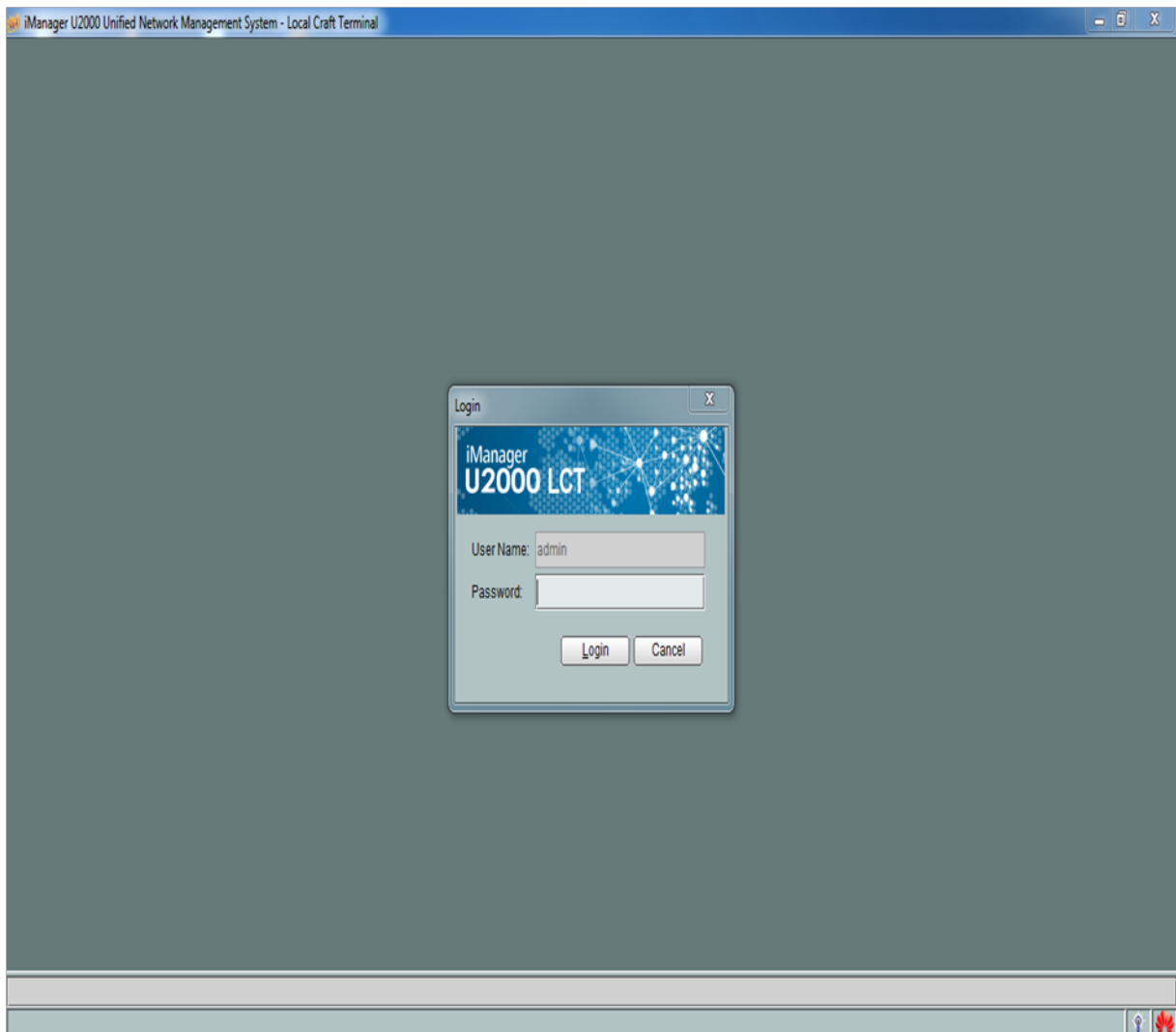


Figure 3.16 – Lancement du programme T2000

On tape le mot de passe (le mot de passe est donner par le fournisseur) et on introduit l'identifiant nous cliquons au dessus le « login » pour accéder aux informations de l'application comme montré ci-dessous :

NE	Gateway	Login	Configuration	Communication	The Highest Level Unfinished Alarm	The Highest Level Unconfirmed
tizi-ghenif - d-e-m	GNE	Not Login	Configured	Communication Interruption	Critical Alarm	Normal State
ait rhouna	GNE	Not Login	Configured	Communication Interruption	Critical Alarm	Critical Alarm
ouadhias via beni douala	GNE	Not Login	Configured	Communication Interruption	Major Alarm	Major Alarm
10102(460)-URAD LAKHADARIA	GNE	Not Login	Configured	Communication Interruption	Critical Alarm	Critical Alarm
d-e-m _tizi-ghenif	GNE	Not Login	Configured	Communication Interruption	Critical Alarm	Major Alarm
beni douala -touzou	Non-GNE	Not Login	Configured	Communication Interruption	Critical Alarm	Major Alarm
NE916	GNE	Login	Unconfigured	Communication Normal	Normal State	Normal State
DBK-CA2 TO	GNE	Not Login	Configured	Communication Interruption	Critical Alarm	Critical Alarm
urad aeh	GNE	Not Login	Configured	Communication Interruption	Critical Alarm	Major Alarm
TIZI OUZOU-CUNI	Non-GNE	Not Login	Configured	Communication Interruption	Critical Alarm	Major Alarm
DBK-TIZI OUZOU	GNE	Not Login	Configured	Communication Interruption	Critical Alarm	Critical Alarm
N E2 AIT ATTELI	Non-GNE	Not Login	Configured	Communication Interruption	Critical Alarm	Major Alarm
relaia aeh	Non-GNE	Not Login	Configured	Communication Interruption	Critical Alarm	Major Alarm
OSN 3500 FREHA-TIZI OUZOU	Non-GNE	Not Login	Configured	Communication Interruption	Critical Alarm	Major Alarm
10103(459)-BOUIRA CA2 Avec Ca1	Non-GNE	Not Login	Configured	Communication Interruption	Major Alarm	Major Alarm
NE9-5	GNE	Not Login	Configured	Communication Interruption	Critical Alarm	Critical Alarm
aghrib	Non-GNE	Not Login	Configured	Communication Interruption	Major Alarm	Major Alarm
TIZI OUZOU - azazga	Non-GNE	Not Login	Configured	Communication Interruption	Critical Alarm	Major Alarm
CUNNI	GNE	Not Login	Configured	Communication Interruption	Critical Alarm	Major Alarm
ca1-ca2 TO	GNE	Not Login	Configured	Communication Interruption	Critical Alarm	Major Alarm
NE9-7	Non-GNE	Not Login	Configured	Communication Interruption	Critical Alarm	Major Alarm

Total:27, Selected:0

Refresh Create NE Explorer Browse Alarms

Single-User Mode User admin 127.0.0.1 2016-03-27 14:58:28

Figure 3.17 – base de données de l’application T2000

Service	State	Start Mode	CPU Used Rate(%)	Used Memory(K)	Start Time	Server Name	Detail information
Ems Server	Running	Automatic	0.00	121256	2016-03-27 14:41:43	btanium	
Security Server	Running	Automatic	0.00	12720	2016-03-27 14:41:43	btanium	Security management of the ...
Toolkit Server	Running	Automatic	0.00	12340	2016-03-27 14:41:43	btanium	NE Upgrade software
Topo Server	Running	Automatic	0.00	11560	2016-03-27 14:41:43	btanium	Topology management of th...
Database Server Process	Running	External	0.00	60156	2016-03-27 14:40:49	btanium	Provide database service

Current User Admin 127.0.0.1 Total: 5 Selected: 0

Figure 3.18 – Fonctionnement d’application

Nous cliquons sur “search for NE” pour rechercher les équipements reliés :

NE	Gateway	Login	Configuration	Communication	The Highest Level Unfinished Alarm	The Highest Level Unconfirme
	GNE	Not Login	Configured	Communication Interruption	Critical Alarm	Normal State
	GNE	Not Login	Configured	Communication Interruption	Critical Alarm	Critical Alarm
	GNE	Not Login	Configured	Communication Interruption	Major Alarm	Major Alarm
	GNE	Not Login	Configured	Communication Interruption	Critical Alarm	Critical Alarm
	GNE	Not Login	Configured	Communication Interruption	Critical Alarm	Major Alarm
	Non-GNE	Not Login	Configured	Communication Interruption	Critical Alarm	Major Alarm
	GNE	Login	Unconfigured	Communication Normal	Normal State	Normal State
	GNE	Not Login	Configured	Communication Interruption	Critical Alarm	Critical Alarm
	GNE	Not Login	Configured	Communication Interruption	Critical Alarm	Major Alarm
	Non-GNE	Not Login	Configured	Communication Interruption	Critical Alarm	Major Alarm
	GNE	Not Login	Configured	Communication Interruption	Critical Alarm	Critical Alarm
	Non-GNE	Not Login	Configured	Communication Interruption	Critical Alarm	Major Alarm
	Non-GNE	Not Login	Configured	Communication Interruption	Critical Alarm	Major Alarm
	Non-GNE	Not Login	Configured	Communication Interruption	Critical Alarm	Major Alarm
	Non-GNE	Not Login	Configured	Communication Interruption	Critical Alarm	Major Alarm
	Non-GNE	Not Login	Configured	Communication Interruption	Major Alarm	Major Alarm
	GNE	Not Login	Configured	Communication Interruption	Critical Alarm	Critical Alarm
	Non-GNE	Not Login	Configured	Communication Interruption	Major Alarm	Major Alarm
	Non-GNE	Not Login	Configured	Communication Interruption	Critical Alarm	Major Alarm
	GNE	Not Login	Configured	Communication Interruption	Critical Alarm	Major Alarm
	GNE	Not Login	Configured	Communication Interruption	Critical Alarm	Major Alarm
	Non-GNE	Not Login	Configured	Communication Interruption	Critical Alarm	Major Alarm
	Non-GNE	Not Login	Configured	Communication Interruption	Critical Alarm	Major Alarm

Figure 3.19 – Recherche de NEs

Après la fin de la recherche, une fenêtre semble révéler l'équipement trouvé comme montré ci-dessous : (NE9-5 et NE9-11)

No.	NE ID	GNE Address	GNE ID	Created As GNE	NE Status
1	NE9-5	129.9.0.11	NE9-11	No	Created
2	NE9-11	129.9.0.11	NE9-11	Yes	Uncreated

Figure 3.20 – Identification d'équipement

Nous arrêtons la recherche et cliquons sur “create”, et alors nous insérons le nom d'utilisa-

teur “root” et le mot de passe “password » afin de créer le NEs comme montré ci-dessous :

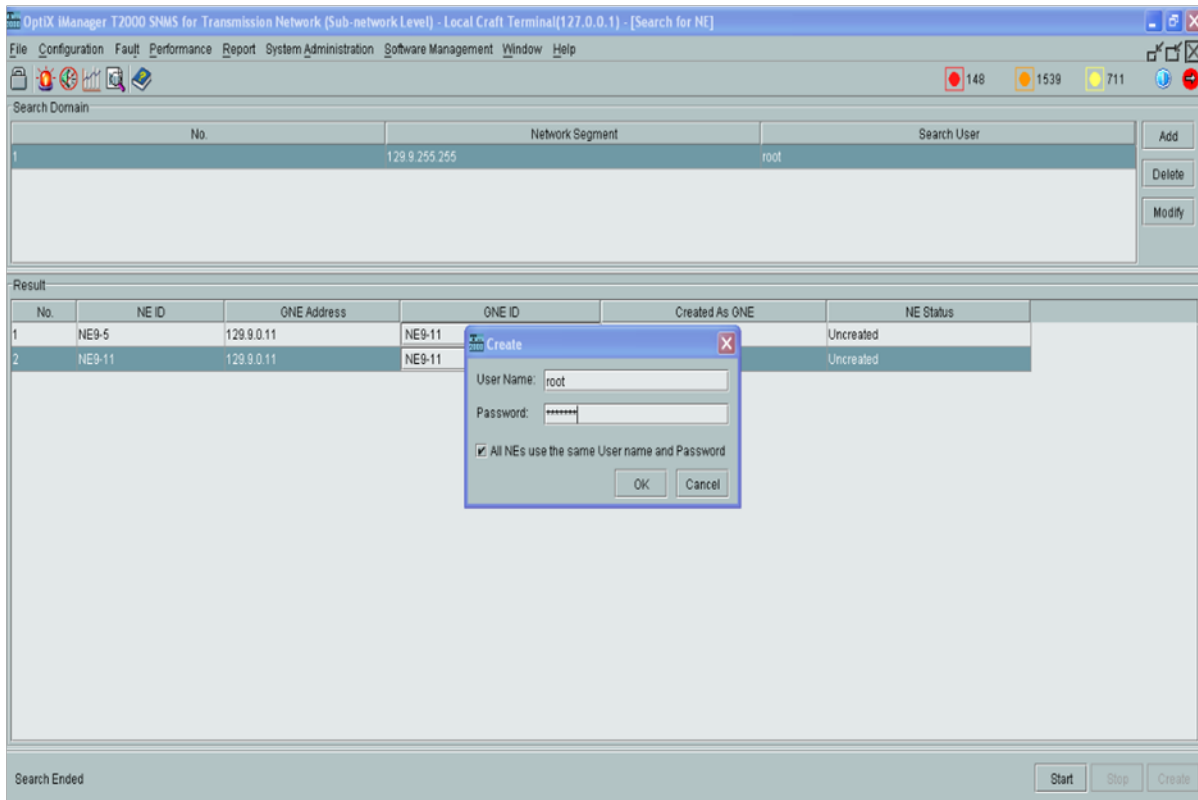


Figure 3.21 – Création de NEs

Une fenêtre semble prouver que les deux appareils sont téléchargés à l’application et peuvent être employés :

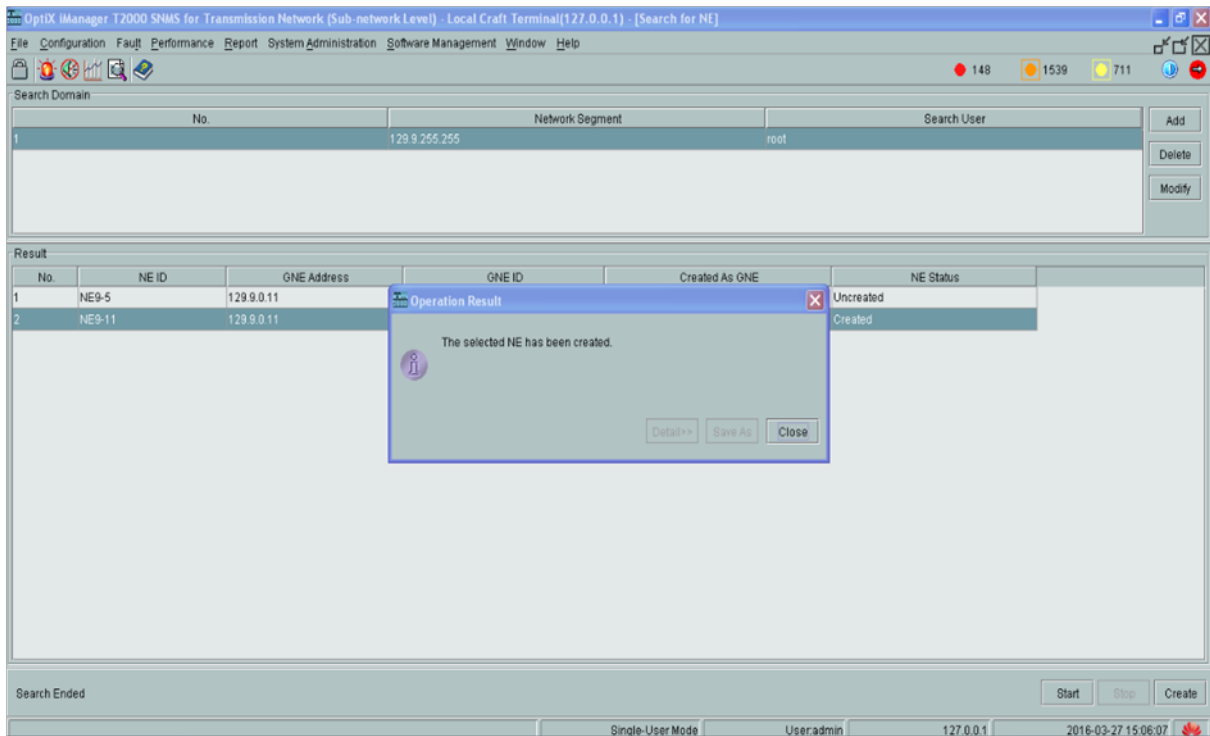


Figure 3.22 – Fin de création

Dans la fenêtre “NE information List” cela apparaît, nous choisissons l’équipement (NE9-5) et alors nous cliquons sur “configuration” :

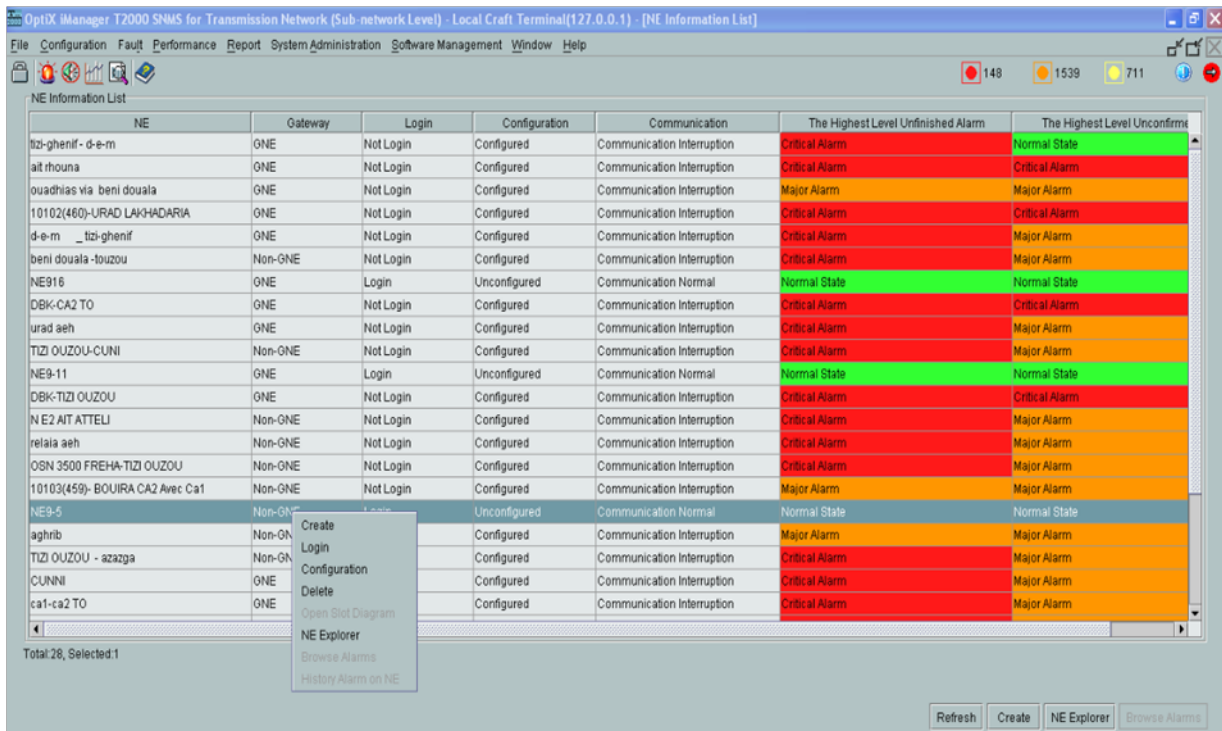


Figure 3.23 – Configuration de NE9-5

Ensuite une fenêtre apparaît, nous choisissons “upload”, puis “next” pour télécharger toutes les données de l’équipement choisi :

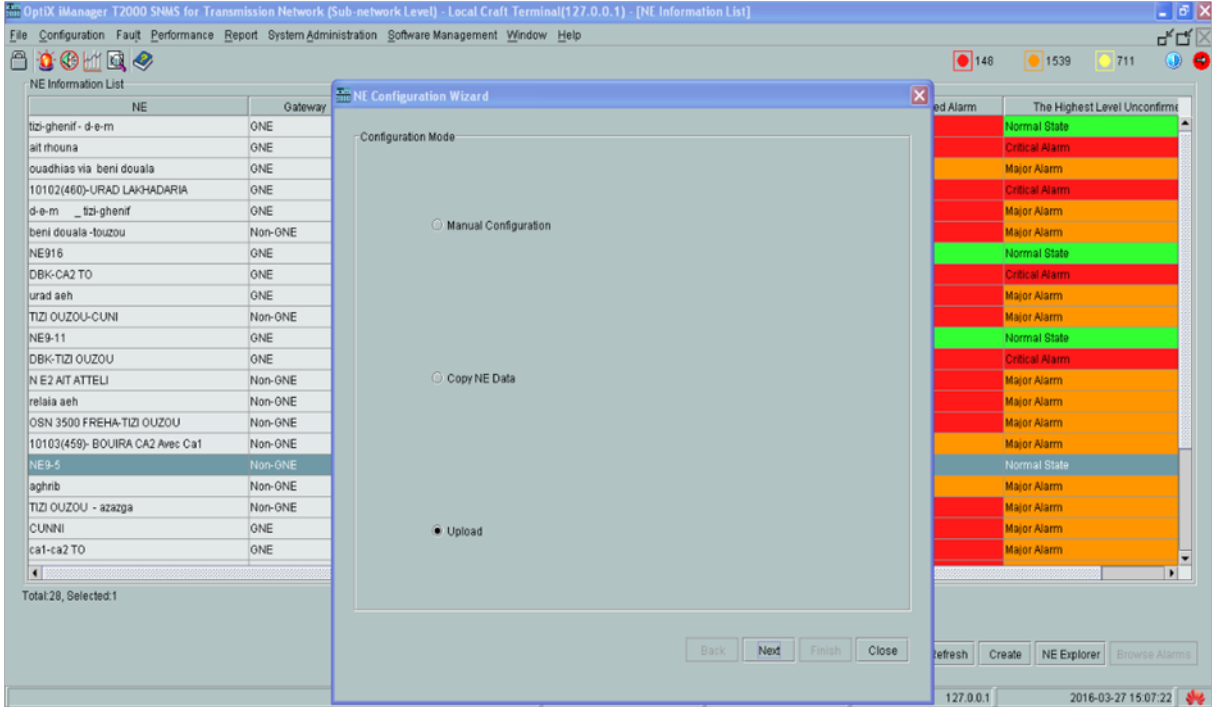


Figure 3.24 – Téléchargement des données

Nous attendons un moment jusqu’au chargement :

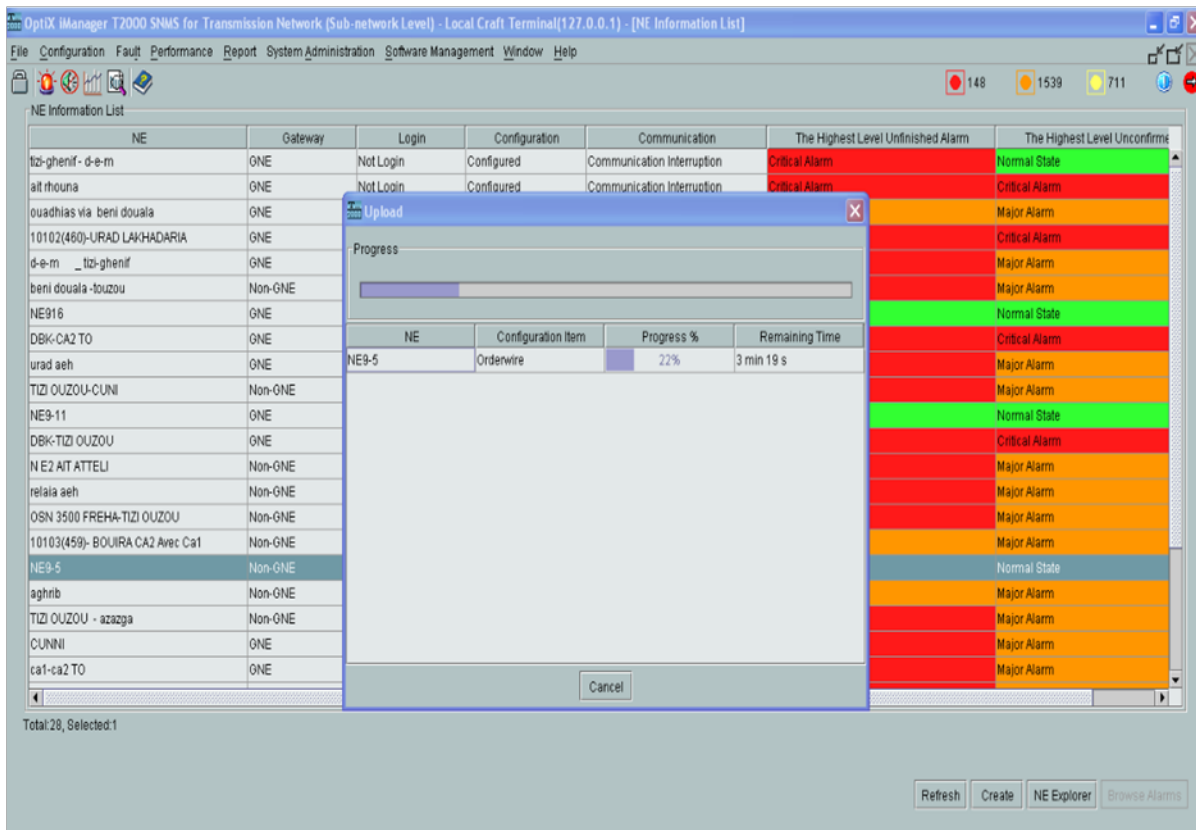


Figure 3.25 – Progrès de téléchargement

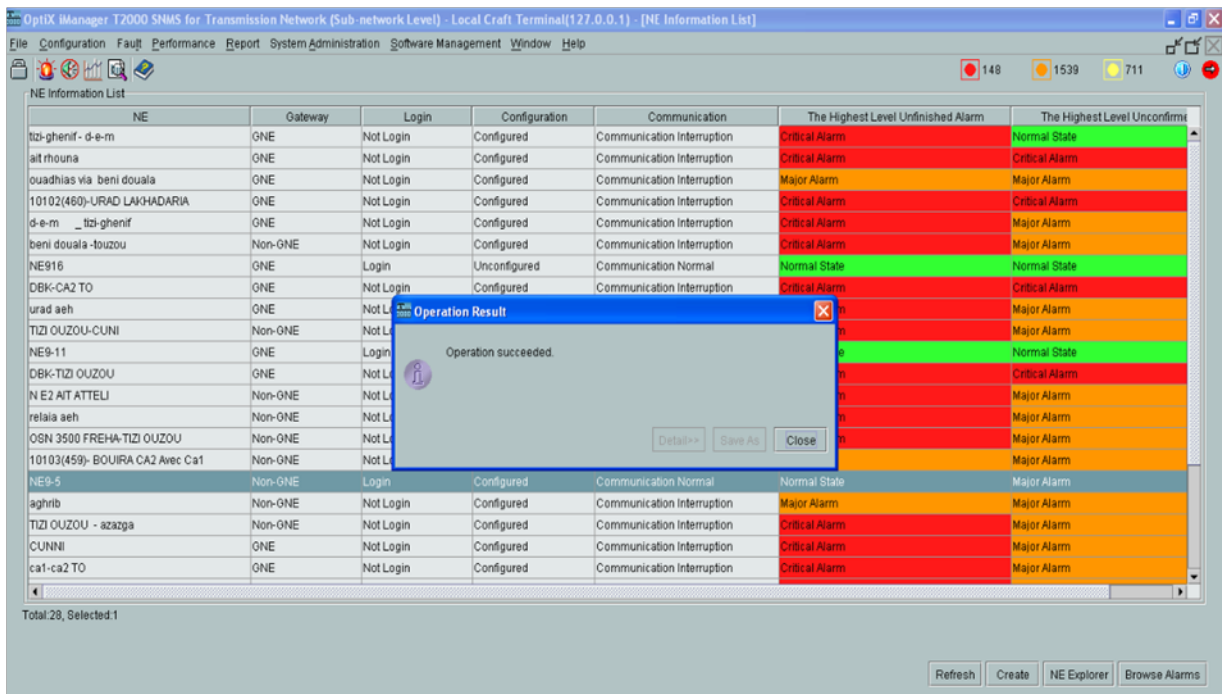


Figure 3.26 – Fin de téléchargement

Nous faisons les mêmes étapes pour l'autre équipement (NE9-11) :



Figure 3.27 – Configuration de NE9-11

A la fin, nous procédons à la configuration du SDH : VC12 ou E1 : 2Mb/s et VC4 : 155Mb/s De “NE explorer”, nous choisissons dans la fenêtre “configuration” “SDH service configuration” puis “create” :

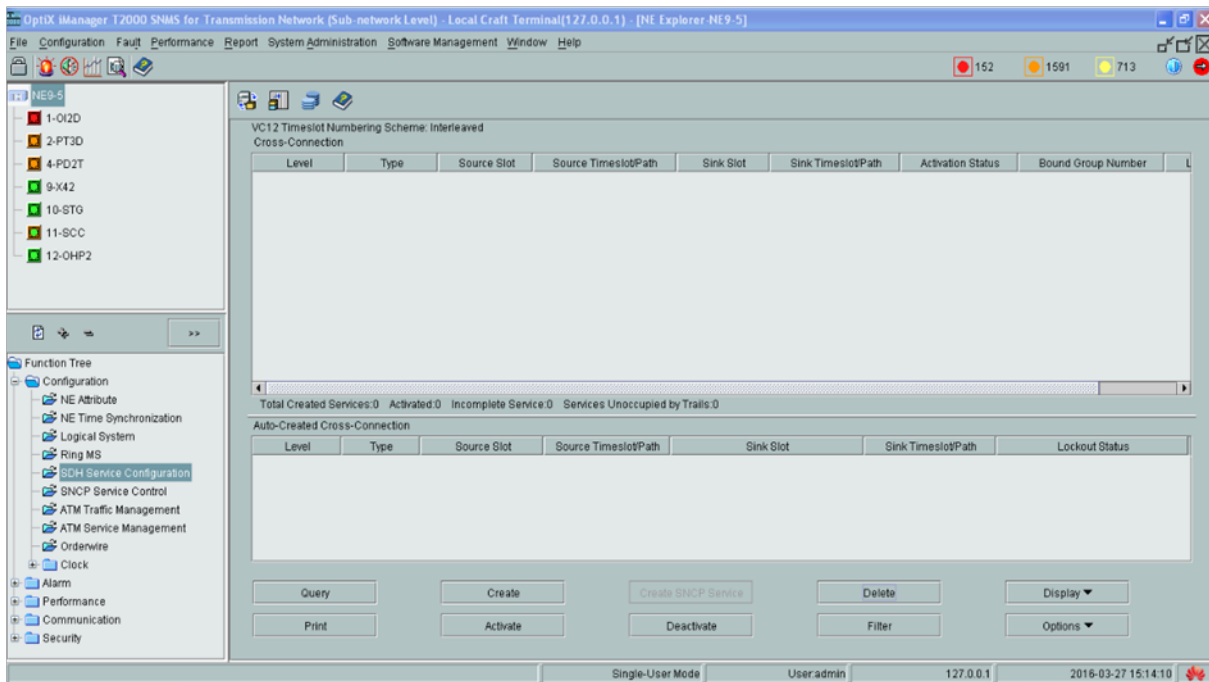


Figure 3.28 – SDH service configuration of NE9-

Nous configurons 21 E1 (from 1 to 21) and 1 VC4 comme montré ci-dessous :

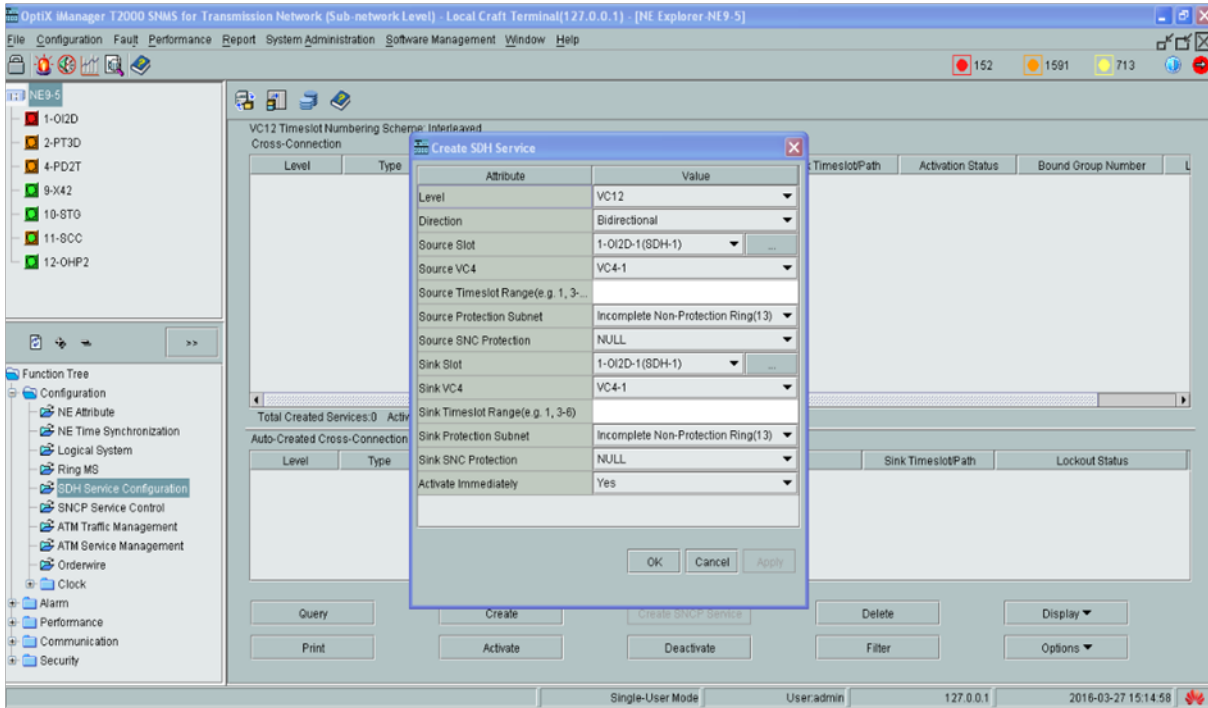


Figure 3.29 – Configuration de 21 E1

Nous faisons la même chose pour NE9-11 :

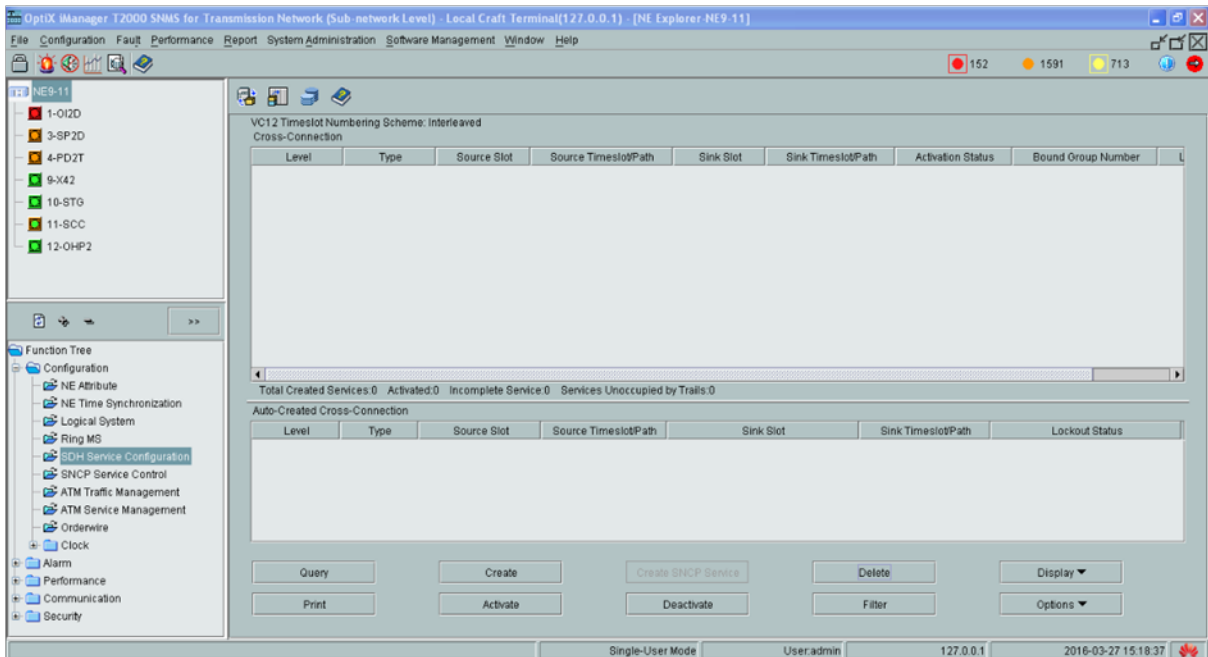


Figure 3.30 – SDH service configuration of NE9-11

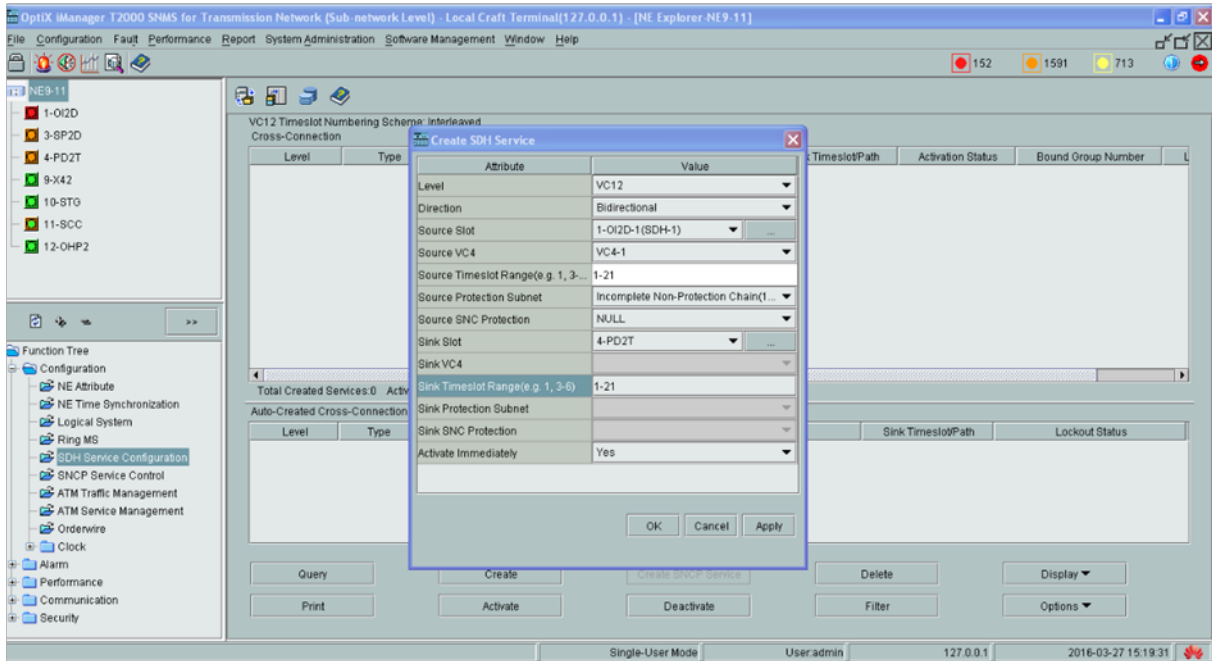


Figure 3.31 – Configuration de 21 E1

Après celui, nous nommons les deux équipements : Azazga pour NE9-5 et CA TiziOuzou pour NE9-11, les configurations finales sont montrées ci-dessous :

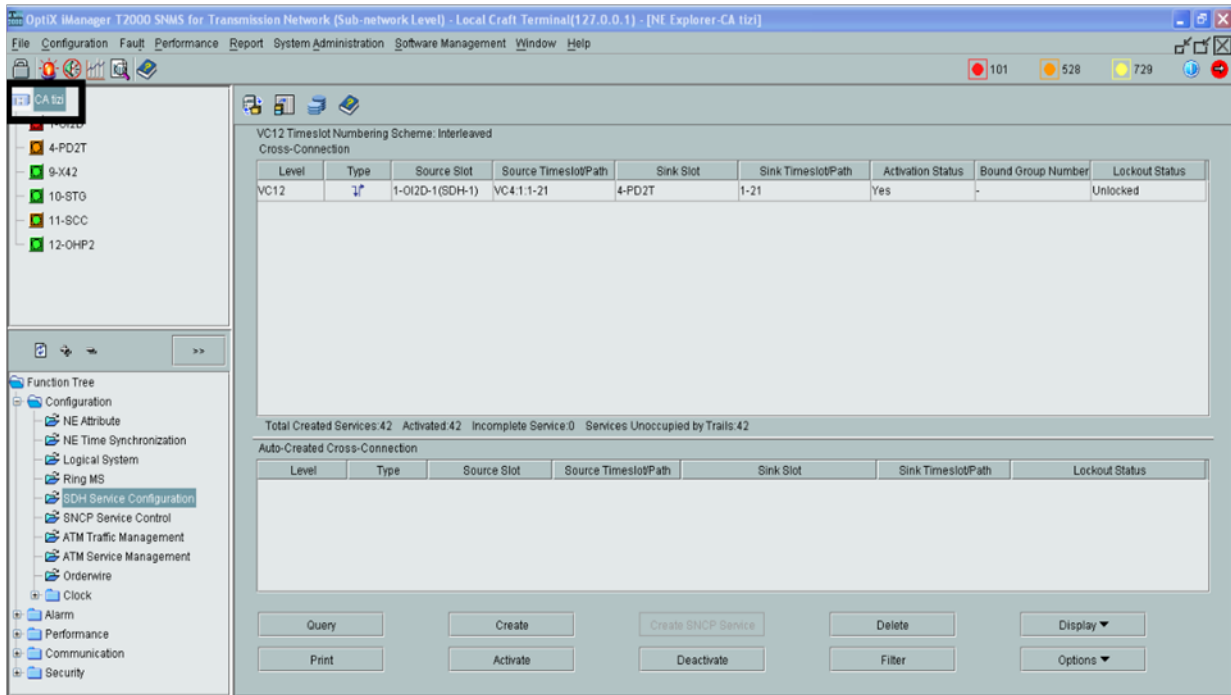


Figure 3.32 – Configuration de CA TiziOuzou

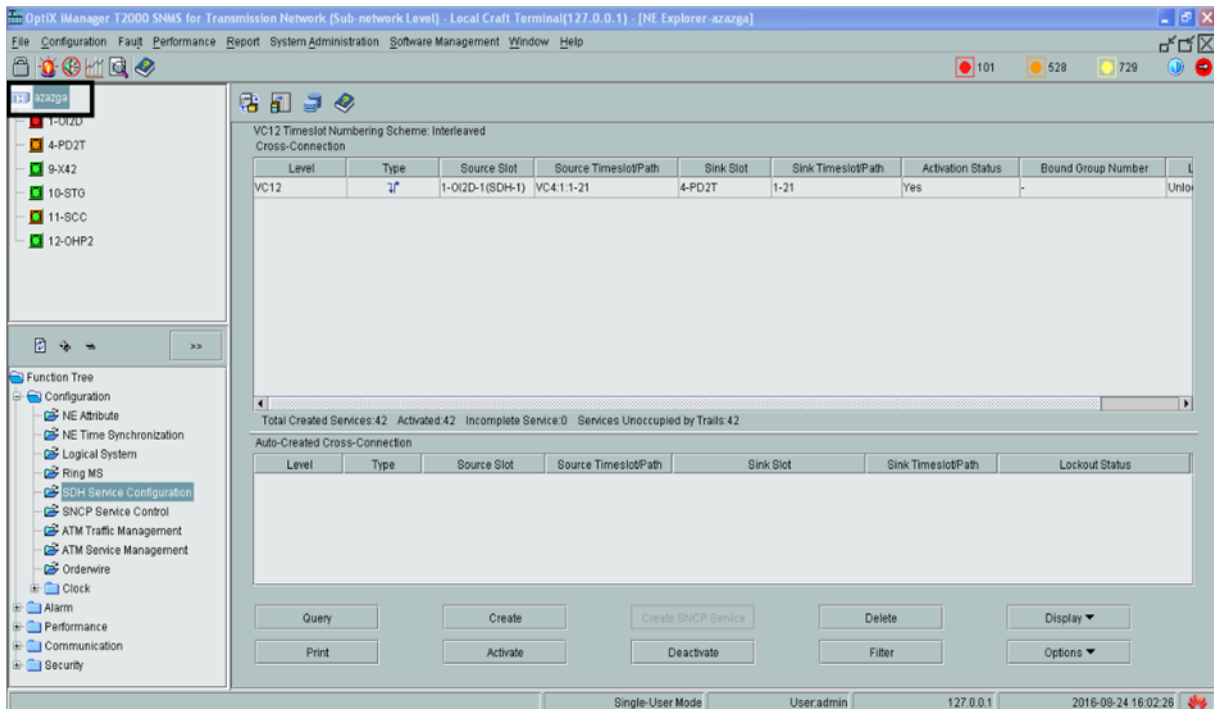


Figure 3.33 – Configuration de Azazga

3.7 Epreuve (teste de l'expérience)

Après que la configuration des équipements, afin de s'assurer fonctionnement de système global, nous ont fait une épreuve en faisant une boucle dans le modem du client et nous aient inséré dans l'autre côté un nouveau dispositif qui s'appelle un analyseur de transmission numérique pour l'essai et envoyer des signaux comme montré ci-dessous :

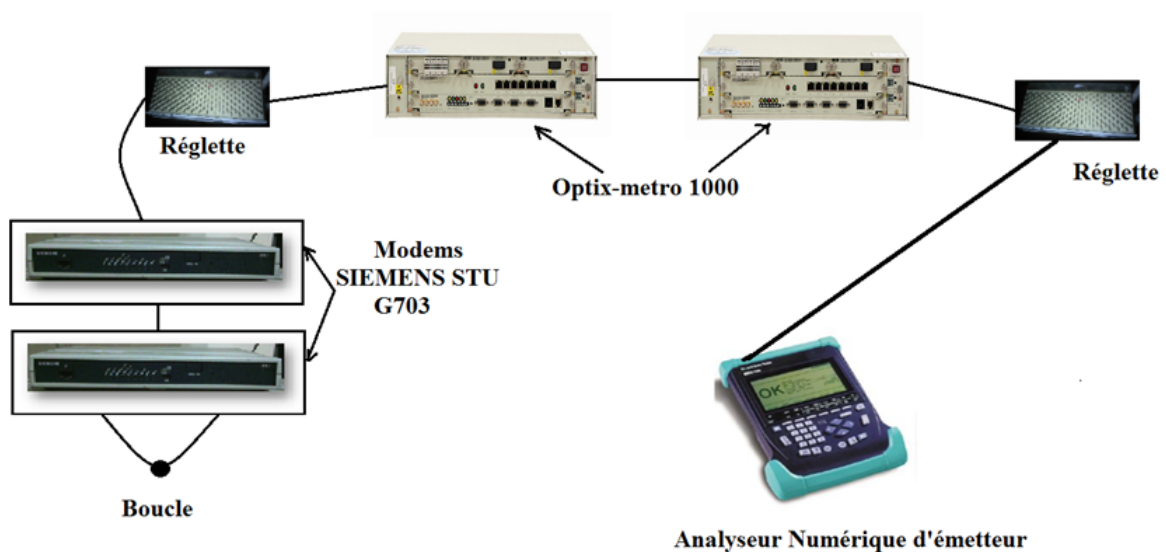


Figure 3.34 – Fabrication d'une épreuve

Après avoir relié les matériaux, nous avons envoyé un signal de l'analyseur numérique d'émetteur au réseau pour vérifier s'il peut être transmis ou pas, après un moment où nous avons noté une alarme dans ce dispositif qui indique que le signal a transmis avec succès, ainsi notre liaison de transmission de données optique travaillée bien.

3.8 Conclusion

Dans ce chapitre, une simulation d'une liaison de transmission en fibre optique entre deux points a été réalisée avec le logiciel U2000. La configuration de logiciel et l'installation des appareils utilisées ont été présentés en cours de ce chapitre. Un test de transmission a été effectué à la fin de notre travail afin de vérifier et valider notre simulation.

Conclusion générale

Conclusion générale

Le travail réalisé en cours de ce mémoire, porte sur l'étude et la réalisation de une liaison de transmission en fibre optique entre de points (Tizi-Ouzou vers Azazga).

Cette étude à été abordé selon trois aspects complémentaire, deux aspects théorique : les réseaux informatique et la transmission des données ; et un aspect pratique : la configuration de logiciel de simulation et installation des appareillages.

La recherche bibliographique nous à permis consolider et enrichir nos connaissances concernant les réseaux informatique et la transmission des données. elle à monter d'une manière générale leurs principes de fonctionnement ainsi que leurs caractéristiques avantageuses et inconvenientes.

La partie pratique de notre travail, est consacrée à la simulation d'une liaison de transmission en fibre optiques entre Tizi-Ouzou et Azazga. Cette partie de notre travail, nous à mis en contact avec les appareillages utilisées dans le domaine de télécommunication.

Bibliographie

Bibliographie

- [1] *introduction des reseaux informatiques*. 2009.
- [2] Ed.Tittel. *Réseaux*. 2003.
- [3] Maurice Rivoire et Jean Louis Ferrier. *Cours d'automatique. Signaux et systèmes*. 1994.
- [4] Paolo Zanella et Yves Ligier. *Architecture et technologie des ordinateurs*. 3eme édition edition, 2000.
- [5] Guy Pujoll. *Les réseaux*. Edition 2003 edition, 2003.
- [6] M.MEZARI Rezak. *GENERALITES SUR LA TRANSMISSION DES DONNEES*. Août 2006.
- [7] riahla med amine. *Generalites sur les reseaux informatiques*. 2007.
- [8] rziza mohammed. *cours des reseaux informatiques*. 2010-2011.